

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТТИ НИЯУ МИФИ)

**КАФЕДРА
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

Т.И. Улитина
«26» _____ июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ»**

Направление подготовки: 12.03.01 Приборостроение

Профиль подготовки: Информационно-измерительная техника и технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Трехгорный
2024

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В день в мире производятся миллиарды измерений. Особое место занимают измерения в точном приборостроении. Дело в том, что большинство изделий точного приборостроения сами являются прецизионными средствами измерений. В процессе создания, испытаний и эксплуатации изделий точного приборостроения приходится иметь дело с большим количеством измеряемых физических величин, разнообразных по физической природе, пределам измерений и точности. Приблизительно каждая четвертая технологическая операция является контрольно-измерительной. Выпускник, работающий на любом участке производства, должен представлять сущность процессов измерений, уметь правильно их организовывать.

1.1 Цели дисциплины

Цели дисциплины «Теория измерений» – изучение процесса измерения, составление и анализ модели погрешностей, построение доказательства истинности и объективности образа действительности, полученного в результате измерений.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами дисциплины «Теории измерений» являются получение представлений о терминах и основных постулатах теоретической метрологии, подбор и расчет аппроксимирующих функций, получение навыков организации процесса измерений, выбора методики и технических средств измерений, овладение приемами повышения точности измерений, умениями корректно представить и объяснить результат измерений.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Теория измерений» относится к вариативной части дисциплин учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях, получаемых студентами из курсов общей физики, высшей математики, теории вероятностей, математической статистики и метрологии.

Данная дисциплина служит фундаментом при изучении всех последующих дисциплин специализации, содержащих вопросы, связанные с измерениями.

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Общепрофессиональные и профессиональные компетенции

Изучение дисциплины «Теория измерений» направлено на формирование у студентов, следующих компетенций:

общепрофессиональные (ПК):

- способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения (ОПК-1);
- способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств технических измерений в приборостроении (ОПК-3).

профессиональные (ПК):

- способен определять условия и режимы эксплуатации, конструктивные особенности разрабатываемой оптикотехники, оптических и оптико-электронных приборов комплексов (ПК-1);
- способен проводить контроль качества выпускаемой продукции приборостроения (ПК-7);
- способен обеспечивать эксплуатацию средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты на атомных станциях (ПК-5.6);
- способен организовывать и проводить диагностику технического состояния, проверки работоспособности оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (ПК-5.7);
- способен разрабатывать документацию по техническому обслуживанию и ремонту средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (ПК-5.8).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- методы математического анализа и моделирования; знать фундаментальные законы и понятия естественнонаучных дисциплин; знать основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения (З-ОПК-1);
- основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения; физические явления и эффекты, используемые для получения измерительной и управляющей информации; области и возможности применения физических явлений и эффектов в приборостроительной технике (З-ОПК-3);
- основы схмотехники и конструктивные особенности разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (З-ПК-1);
- технологию выполнения контрольных операций (З-ПК-7);
- назначение, принципы действия, параметры, алгоритмы работы измерительного оборудования и оборудования систем управления, регламенты, должностные инструкции, программы, инструкции выполнения работ по диагностике и проверке работоспособности средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (З-ПК-5.6);
- регламенты и технологии технического обслуживания и ремонта технических средств контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (З-ПК-5.7);
- нормы и правила ведения производственно-технической документации (З-ПК-5.8);

уметь:

- применять методы математического анализа и моделирования для решения практических задач; уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования для проектирования и конструирования приборов и комплексов широкого назначения (У-ОПК-1);

– использовать закономерности проявления физических эффектов при решении инженерных задач; уметь пользоваться современными средствами измерения, контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач; уметь разрабатывать программы и методики измерений, оптимально планировать эксперимент (У-ОПК-3);

– выбирать оптимальные с точки зрения решения поставленной задачи типовые схмотехнические решения для разработки оплотехники, оптических и оптико электронных приборов и комплексов; уметь оптимизировать структуру построения и характеристики (показатели) оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (У-ПК-1);

– составлять схемы контроля параметров и характеристик выпускаемой продукции приборостроения с использованием универсального оборудования; уметь выбирать оптимальный технологический процесс контроля параметров и характеристик выпускаемой продукции приборостроения (У-ПК-7);

– анализировать, составлять и корректировать функциональные, структурные и принципиальные электрические схемы измерительной аппаратуры, средств измерений, систем автоматики, выполнять пусконаладочные работы, измерения параметров при регулировках и испытаниях оборудования (У-ПК-5.6);

– уметь выполнять штатные процедуры технического обслуживания и ремонта технических средств контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (У-ПК-5.7);

– разрабатывать производственно-техническую документацию (У-ПК-5.8);

владеть:

– навыками применения знаний математического анализа в инженерной практике при моделировании; владеть навыками применения знаний естественнонаучных дисциплин в инженерной практике; владеть навыками применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности (В-ОПК-1);

– навыками выбора и использования соответствующих ресурсов, современных методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований, и измерений; владеть навыками обработки и представления

полученных экспериментальных данных для получения обоснованных выводов (В-ОПК-3);

– навыками определения условий и режимов эксплуатации, разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; владеть навыками схемотехнического моделирования и конструирования разрабатываемой оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (В-ПК-1);

– навыками разработки технологических процессов испытаний и контроля параметров и характеристик выпускаемой продукции приборостроения (В-ПК-7);

– навыками метрологической поверки и паспортизации средств измерений и систем автоматики, проведения испытаний и настройки вводимого в эксплуатацию оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики, аппаратуры систем управления и защиты (В-ПК-5.6);

– владеть навыками организации и контроля проведения профилактических осмотров, текущего и планово-предупредительного ремонта средств измерений, систем автоматики, аппаратуры систем управления и защиты, работ по устранению дефектов (В-ПК-5.7);

– владеть навыками анализа производственно-технической документации на соответствие действующим правилам и нормам, корректировки технической документации (В-ПК-5.8).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно- технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной

		ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
	- формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	УГНС 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»: - формирование коммуникативных навыков в области проектирования и производства точных приборов и измерительных систем (B29);	1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Схемотехника измерительных устройств", "Технология приборостроения", "Конструирование измерительных приборов" для формирования навыков коммуникации в профессиональной сфере проектирования и производства точных приборов и измерительных систем посредством выполнения курсовых работ/проектов с последующей защитой их результатов. 2. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Системы автоматизированного проектирования и конструирования ",

Трудоемкость дисциплины в 8 семестре составляет 3 зачетных ед., 108 часов

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел
			Лекции	Практ. занятия	Самост. работа			
8 семестр								
1	Раздел 1	1-4	16	16	8	КР1 – 2	Т10 –4	25
2	Раздел 2	5-6	8	8	5	КР2 – 5	Т11 –6	10
3	Раздел 3	7-8	8	8	4	КР3 – 7 Т12 – 8	Т13 – 8	15
Итого			32	32	17			50
Экзамен			27					50
Итого за семестр								100

Примечания: КР – контрольная работа; Т – тестирование по разделу.

4.1 Содержание лекций

7 семестр

Раздел 1 Основные сведения об измерениях и структурные элементы измерений

Тема 1.1 Основные сведения об измерениях.

Основные термины, понятия и определения теории измерений. РМГ 29-99. Отличительные и ограничительные признаки измерений. На какие вопросы отвечает теория измерений. Основные этапы измерений. Классификация измерений.

Тема 1.2 Структурная модель процесса измерений

Структурная модель процесса измерений. Показатели качества измерительных устройств.

Тема 1.3 Объект исследований и его модель. Объект измерений

Объект исследований и его модель. Пространственная временная, амплитудная дискретизация. Априорная и апостериорная информация. Цель измерения и постановка измерительной задачи.

Тема 1.4 Средства измерений

Средства измерений. Мера. Измерительный преобразователь. Датчик. Измерительный прибор. Измерительные принадлежности. Измерительная установка. Измерительная система. Измерительно-вычислительный комплекс. Измерительно-информационная система. Классы точности средств измерений.

Тема 1.5 Метод измерения

Методы проведения измерений. Условия измерений. Результат измерений. Разработка программы и методики измерений.

Тема 1.6 Основное уравнение измерения

Основное уравнение измерения. Виды шкал (реперная, интервалов, отношений). Среднее взвешенное значение.

Тема 1.7 Погрешности измерений

Погрешности измерений. Погрешности СИ. Классификация погрешностей.

Раздел 2 Измерительный эксперимент

Тема 2.1 Описание процесса измерений

Формализованное (общее) описание процесса измерений (этапы процесса измерений). Алгоритм процесса измерений.

Тема 2.2 Измерительный эксперимент по определению функциональной зависимости. Особенности однофакторного эксперимента

Измерительный эксперимент по определению функциональной зависимости. Особенности однофакторного эксперимента. Определение градуировочной характеристики. Пример градуировки ультразвукового расходомера косвенным методом.

Тема 2.3 Особенности многофакторного эксперимента

Особенности многофакторного эксперимента. Выбор числа независимых переменных (факторов). Анализ исходных данных. Приближенная оценка значимости факторов. Пример многофакторного эксперимента (тензорезистивный датчик силы).

Тема 2.4 Определение функции влияния.

Измерительный эксперимент по определению функции влияния. Определение функции влияния температуры датчика давления.

Раздел 3 Обработка и оценка результатов измерительного эксперимента

Тема 3.1 Установление вида математической модели функциональной зависимости

Установление вида математической модели функциональной зависимости. Быстрые методов установления графического вида однофакторных зависимостей.

Тема 3.2 Подбор аппроксимирующих функций. Степенные функции.

Тема 3.3 Подбор аппроксимирующих функций. Показательные функции.

Тема 3.4 Подбор аппроксимирующих функций. Дробно-рациональные функции.

Тема 3.5 Расчет параметров аппроксимирующей функции

Аналитический метод расчета параметров аппроксимирующей функции. Графоаналитический метод.

Тема 3.6 Методика расчета коэффициентов интерполирующей функции по методу средних

Прямолинейная интерполяция. Прямолинейная интерполяция по методу средних.

Тема 3.7 Регрессионный анализ. Методика расчета коэффициентов интерполирующей функции методом наименьших квадратов

Прямолинейная интерполяция по методу наименьших квадратов. Сущность МНК в общем случае.

Тема 3.8 Выбор вида математической модели многофакторных зависимостей

Выбор вида математической модели многофакторных зависимостей. Метод определения значимости членов модели по изменению коэффициента множественной корреляции.

Тема 3.9 Оценивание погрешностей

Процесс оценивания погрешностей и основные принципы. Основная цель и последовательности оценивания погрешностей. Особенности суммирования погрешностей.

Раздел 4 Моделирование измерительных систем.

Тема 4.1 Методы повышения точности измерений

Повышение точности формулы измерений на этапе планирования.
Информационная избыточность. Тестовые методы повышения точности измерений.

Тема 4.2 Виды и математические модели измерительных сигналов

Неслучайные и случайные сигналы. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Импульсные сигналы. Периодические сигналы.

Тема 4.3 Преобразования сигналов в измерительных системах

Модуляция синусоидально изменяющихся сигналов: амплитудная, частотная, фазовая. Модуляция импульсных сигналов. Кодоимпульсная модуляция. Дискретизация. Дискретизация с усреднением.

Тема 4.4 Восстановление непрерывного сигнала из дискретизированного

Интерполяционные методы восстановления аналогового сигнала. Оптимальная интерполяция. Метод Котельникова. Полином Лагранжа.

8 семестр

Раздел 1 Анализ законов распределения систематических и случайных погрешностей

Тема 1.1 Средняя квадратичная и средняя арифметическая ошибки. Коэффициент вариации.

Нормальный закон распределения ошибок (формула и кривые Гаусса). Средняя квадратичная и средняя арифметическая ошибки. Коэффициент вариации. доверительная вероятность и доверительный интервал

Тема 1.2 Анализ закона распределения случайных погрешностей измерений

Закон равной вероятности. Закон распределения по равнобедренному треугольнику (Симпсона). Закон нормального распределения. Закон распределения Релея.

Тема 1.3 Критерий Пирсона

Анализ гипотезы о законах распределения случайных величин. Критерий Пирсона. Методика использования критерия Пирсона

Тема 1.4 Критерий Колмагорова

Критерий Колмагорова для проверки гипотезы о распределении погрешностей. Методика использования критерия Колмагорова.

Раздел 2 Необходимые сведения по теории вероятностей и случайных ошибок. Приемы вычислений

Тема 2.1 Статистическая проверка наличия промахов (МИ 2091-90)

Грубая ошибка (промах). Анализ данных на наличие промаха.

Тема 2.2 Обнаружение наличия изменяющейся во времени систематической погрешности

Критерий Аббе. Анализ наличия в группе замеров погрешности размера детали систематически изменяющейся во времени.

Тема 2.3 Адаптация к меняющимся условиям измерений

Методы и алгоритмы решения задач адаптации к меняющимся условиям измерений. Проверка случайности и непреднамеренного отбора деталей выборки

Тема 2.4 Оценка параметров измерительных процессов

Методы получения оценок параметров измерительных процессов. Определение необходимого числа наблюдений.

Тема 2.5 Учет систематической и случайной ошибок.

Сложение систематических и случайных ошибок. Суммарная ошибка.

Раздел 3 Доверительные интервалы погрешностей

Тема 3.1 Определение доверительного интервала и доверительной вероятности

Генеральная и выборочная дисперсии. Коэффициент Стьюдента. Определение доверительных интервалов и доверительных вероятностей с использованием коэффициентов Стьюдента.

Тема 3.2 Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений
Р 50.2.038–2004. Составляющие погрешности и неопределенности результата измерения. Оценивание неисключенной систематической погрешности и стандартной неопределенности, оцениваемой по типу В, результата измерения. Оценивание случайной погрешности и стандартной неопределенности, оцениваемой по типу А, результата измерения. Оценивание погрешности и расширенной неопределенности результата измерения. Форма представления результата измерения. Расчет погрешности измерения напряжения показывающим прибором.

Тема 3.3 Доверительные интервалы погрешностей

ГОСТ 8.207-76. Результат измерения и оценка его среднего квадратического отклонения. Доверительные границы случайной погрешности результата измерения. Доверительные границы неисключенной систематической погрешности результата измерения. Граница погрешности результата измерения. Форма записи результатов измерений. Проверка нормальности распределения результатов наблюдений группы.

Тема 3.4 Задачи фильтрации, экстраполяции, интерполяции. Понятие технического интеллекта

4.2 Темы практических (семинарских) занятий

№№ заня- тий	Наименование и краткое содержание практических занятий
7 семестр	
1.	<u>Измерительный эксперимент по определению функциональной зависимости. Особенности однофакторного эксперимента</u> Измерительный эксперимент по определению функциональной зависимости. Особенности однофакторного эксперимента. Определение градуировочной характеристики. Пример градуировки ультразвукового расходомера косвенным методом.
2.	<u>Особенности многофакторного эксперимента</u> Особенности многофакторного эксперимента. Выбор числа независимых переменных (факторов). Анализ исходных данных. Приближенная оценка значимости факторов. Пример многофакторного эксперимента (тензорезистивный датчик силы).
3.	<u>Определение функции влияния</u> Измерительный эксперимент по определению функции влияния. Определение функции влияния температуры датчика давления.

№№ заня- тий	Наименование и краткое содержание практических занятий
4.	<u>Установление вида математической модели функциональной зависимости</u> Установление вида математической модели функциональной зависимости. Быстрые методов установления графического вида однофакторных зависимостей.
5.	Подбор аппроксимирующих функций. Степенные функции.
6.	Подбор аппроксимирующих функций. Показательные функции.
7.	Подбор аппроксимирующих функций. Дробно-рациональные функции.
8.	<u>Расчет параметров аппроксимирующей функции</u> Аналитический метод расчета параметров аппроксимирующей функции.
9.	<u>Расчет параметров аппроксимирующей функции</u> Графоаналитический метод расчета параметров аппроксимирующей функции.
10.	<u>Методика расчета коэффициентов интерполирующей функции по методу средних</u> Прямолинейная интерполяция. Прямолинейная интерполяция по методу средних.
11.	<u>Регрессионный анализ. Методика расчета коэффициентов интерполирующей функции методом наименьших квадратов</u> Прямолинейная интерполяция по методу наименьших квадратов. Сущность МНК в общем случае.
8 семестр	
1.	<u>Выбор вида математической модели многофакторных зависимостей</u> Выбор вида математической модели многофакторных зависимостей. Метод определения значимости членов модели по изменению коэффициента множественной корреляции.
2.	<u>Оценивание погрешностей</u>

№№ заня- тий	Наименование и краткое содержание практических занятий
	Процесс оценивания погрешностей и основные принципы. Основная цель и последовательности оценивания погрешностей. Особенности суммирования погрешностей.
3.	<u>Методы повышения точности измерений</u> Повышение точности формулы измерений на этапе планирования. Информационная избыточность. Тестовые методы повышения точности измерений.
4.	<u>Восстановление непрерывного сигнала из дискретизированного</u> Интерполяционные методы восстановления аналогового сигнала. Оптимальная интерполяция. Метод Котельникова. Полином Лагранжа.
5.-6.	<u>Преобразования сигналов в измерительных системах</u> Модуляция синусоидально изменяющихся сигналов: амплитудная, частотная, фазовая. Модуляция импульсных сигналов. Кодоимпульсная модуляция. Дискретизация. Дискретизация с усреднением.
7.	<u>Средняя квадратичная и средняя арифметическая ошибки.</u> <u>Коэффициент вариации</u> Нормальный закон распределения ошибок (формула и кривые Гаусса). Средняя квадратичная и средняя арифметическая ошибки. Коэффициент вариации. доверительная вероятность и доверительный интервал.
8.	Методика использования критерия Пирсона.
9.	Методика использования критерия Колмагорова.
10.	<u>Статистическая проверка наличия промахов (МИ 2091-90)</u> Грубая ошибка (промах). Анализ данных на наличие промаха.
11.	<u>Обнаружение наличия изменяющейся во времени систематической погрешности</u> Обнаружение наличия в группе измерений изменяющейся во времени систематической погрешности. Критерий Аббе.

№№ заня- тий	Наименование и краткое содержание практических занятий
12.	Анализ наличия в группе замеров погрешности размера детали систематически изменяющейся во времени.
13.	<u>Оценка параметров измерительных процессов</u> Методы получения оценок параметров измерительных процессов. Определение необходимого числа наблюдений.
14.	<u>Учет систематической и случайной ошибок</u> Сложение систематических и случайных ошибок. Суммарная ошибка.
15.	<u>Определение доверительного интервала и доверительной вероятности</u> Генеральная и выборочная дисперсии. Коэффициент Стьюдента. Определение доверительных интервалов и доверительных вероятностей с использованием коэффициентов Стьюдента.
16.	<u>Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений</u> Р 50.2.038–2004. Составляющие погрешности и неопределенности результата измерения. Оценивание неисключенной систематической погрешности и стандартной неопределенности, оцениваемой по типу В, результата измерения. Оценивание случайной погрешности и стандартной неопределенности, оцениваемой по типу А, результата измерения. Оценивание погрешности и расширенной неопределенности результата измерения. Форма представления результата измерения. Расчет погрешности измерения напряжения показывающим прибором.

4.3 Самостоятельная работа студентов

7 семестр

- 1 Подготовка к тестированию №1 (Т1) по разделу 1: «Основные сведения об измерениях и структурные элементы измерений».
2. Подготовка к тестированию №2 (Т2) по разделу 1: «Основные сведения об измерениях и структурные элементы измерений».

3. Подготовка к тестированию №3 (Т3) по разделу 2: «Измерительный эксперимент».
4. Подготовка к тестированию №4 (Т4) по разделу 2: «Измерительный эксперимент».
5. Подготовка к тестированию по №5 (Т5) разделу 3: «Обработка и оценка результатов измерительного эксперимента».
6. Подготовка к тестированию по №6 (Т6) разделу 3: «Обработка и оценка результатов измерительного эксперимента».
7. Подготовка к тестированию по №7 (Т7) разделу 3: «Обработка и оценка результатов измерительного эксперимента».
8. Подготовка к тестированию №8 (Т8) по разделу 4: «Моделирование измерительных систем».
9. Подготовка к тестированию №9 (Т9) по разделу 4: «Моделирование измерительных систем».
10. Подготовка к зачету.

8 семестр

1. Выполнение контрольной работы №1 (КР1):
Расчет определяющего размера и допустимой погрешности технического требования (ЧЗ – 01).
2. Выполнение контрольной работы №1 (КР1):
Анализ закона распределения случайных погрешностей измерений (ЧЗ – 02).
3. Выполнение контрольной работы №1 (КР1):
Полигон распределений, гистограмма и опытная функция распределения (ЧЗ – 03).
4. Выполнение контрольной работы №1 (КР1):
Анализ гипотезы о законах распределения случайных величин (ЧЗ – 04).
5. Выполнение контрольной работы №1 (КР1):
Проверка гипотезы о нормальном распределении размеров выборки для случая небольшого числа наблюдений (ЧЗ – 05).
6. Подготовка к тестированию №10 (Т10) по разделу 1: «Анализ законов распределения систематических и случайных погрешностей».
7. Выполнение контрольной работы №2 (КР2):

Использование критерия Колмагорова для проверки гипотезы о распределении погрешностей по закону Релея (ЧЗ – 06).

8. Выполнение контрольной работы №2 (КР2):

Построение гистограмм и теоретических кривых распределений определяющего размера и специального требования (ЧЗ-07).

9. Выполнение контрольной работы №2 (КР2):

Исключение из числа анализируемых размеров, которые могут быть оценены как грубые ошибки (ЧЗ-08).

10. Выполнение контрольной работы №2 (КР2): Обнаружение наличия изменяющейся во времени систематической погрешности (ЧЗ-09).

11. Подготовка к тестированию №11 (Т11) по разделу 2: «Необходимые сведения по теории вероятностей и случайных ошибок. Приемы вычислений».

12. Выполнение контрольной работы №3 (КР3):

Доверительный интервал оценки определяющего размера (ЧЗ-10).

13. Выполнение контрольной работы №3 (КР3):

Доверительный интервал для оценки среднего квадратического отклонения σ нормального распределения (ЧЗ-11).

14. Подготовка к тестированию №12 (Т12) по разделу 3: «Доверительные интервалы погрешностей».

15. Выполнение контрольной работы №3 (КР3):

Проверка случайности и непреднамеренности отбора деталей выборки (ЧЗ-12);

Определение необходимого числа наблюдений (ЧЗ-13).

16. Подготовка к тестированию №13 (Т13) по разделу 3: «Доверительные интервалы погрешностей» (тема: «Задачи фильтрации, экстраполяции, интерполяции. Понятие технического интеллекта»).

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Согласно требованиям ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», реализация компетентностного подхода должна предусматривать использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации или мини-лекции. Мини-лекция является одной из эффективных форм преподнесения теоретического материала. Перед началом лекций или семинара можно использовать метод “мозгового штурма”, связанный с предстоящей темой, что поможет актуализировать ее для участников, выяснить степень их информированности и отношение к теме. Материал излагается на доступном для участников языке. Каждому термину необходимо дать определение. Теорию лучше объяснять по принципу «от общего к частному». Перед тем, как перейти к следующему вопросу, необходимо подытожить сказанное и убедиться, что вы были правильно поняты.

Важно ссылаться на авторитетные источники и подчеркивать, что все сказанное изучено и описано в данной области. По окончании выступления нужно обсудить все возникшие у участников вопросы, затем спросить, как можно использовать полученную информацию на практике и к каким результатам это может привести. Мини-лекции предлагается проводить в интерактивном режиме: перед объявлением какой-либо информации преподаватель спрашивает, что знают об этом участники.

Учебные материалы предъявляются студентам для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются.

Особенностью изучения дисциплины является обсуждение целого ряда проблем и вопросов теории измерений, которые интересуют студентов. На лекциях используется комплект дидактических материалов по темам: «Основные сведения об измерениях и структурные элементы измерений», «Измерительный эксперимент», «Обработка и оценка результатов измерительного эксперимента»,

«Моделирование измерительных систем», «Анализ законов распределения систематических и случайных погрешностей», «Необходимые сведения по теории вероятностей и случайных ошибок. Приемы вычислений».

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется в ходе проведения тестирования и контрольных работ. Аттестация раздела проводится в виде тестирования.

Используются презентации на следующие темы:

1. Основные сведения об измерениях и структурные элементы измерений;
2. Измерительный эксперимент;
3. Моделирование измерительных систем;
4. Анализ законов распределения систематических и случайных погрешностей.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

- 6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.
- 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Жуков, В. К. Метрология. Теория измерений : учебник для вузов / В. К. Жуков. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03865-1. — URL : <https://urait.ru/bcode/561364>
2. Латышенко, К. П. Технические измерения и приборы: методы анализа и контроля : учебник для вузов / К. П. Латышенко. — 3-е изд., испр. и доп. —

Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 392 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20950-1. — URL : <https://urait.ru/bcode/559039>

3. Латышенко, К. П. Технические измерения и приборы: методы и средства измерения : учебник для вузов / К. П. Латышенко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 361 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20944-0. — URL : <https://urait.ru/bcode/559033>

7.2 Дополнительная литература

1. Мещеряков, В. А. Метрология. Теория измерений : учебник для вузов / В. А. Мещеряков, Е. А. Бадеева, Е. В. Шалобаев ; под общей редакцией Т. И. Мурашкиной. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 167 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07295-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/561835>

2. Латышенко, К. П. Автоматизация измерений, контроля и испытаний. Практический курс : учебное пособие для вузов / К. П. Латышенко, В. В. Головин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 142 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08688-1. — URL : <https://urait.ru/bcode/562126>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>