

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)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина

«31» августа 2021 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  
2021

# **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 профессионального цикла дисциплин учебного плана (Б1.В.ОД.12).

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 общинженерные 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 оплотехники, 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 схемотехники 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 схемотехнические 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
<b>Профессиональный модуль</b>		
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия <b>(В17)</b>	<p>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.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной</p>

		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)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- 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.</li> </ul>

	<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>;</p> <p>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b>;</p> <p>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b></p>	<p>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.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <p>- 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.</p>
	<p>- формирование культуры информационной безопасности <b>(B23)</b></p>	<p>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.</p>
	<p><b>УГНС 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»:</b></p> <p>- формирование коммуникативных навыков в области проектирования и производства точных приборов и измерительных систем <b>(B29)</b>;</p>	<p>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.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Системы автоматизированного проектирования и конструирования ",</p>



	- формирование сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения, их понимания и приятия (В30)	"Цифровое проектирование приборов и систем", "Компьютерное проектирование мехатронных систем" для формирования сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения посредством выполнения индивидуальных и групповых заданий, связанных с вовлечением передовых цифровых технологий.
--	--	--

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных ед., 180 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			
<b>7 семестр</b>								
1	Раздел 1	1-4	12	-	8	T1 – 2	T2 – 4	10
2	Раздел 2	5-8	6	6	8	T3 – 6	T4 – 8	15
3	Раздел 3	9-12	-	12	8	T5 – 10 T6 – 11	T7 – 12	15
4	Раздел 4	13-14	2	4	6	T8 – 13	T9 – 14	10
Итого			20	22	30			50
Зачет			-					50
Итого за семестр								100
Трудоемкость дисциплины в 7 семестре составляет 2 зачетные ед., 72 часа								

№ 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			
<b>8 семестр</b>								
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
Трудоемкость дисциплины в 8 семестре составляет 3 зачетных ед., 108 часов								

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).



№№ заня- тий	Наименование и краткое содержание практических занятий
3.	<u>Определение функции влияния</u> Измерительный эксперимент по определению функции влияния. Определение функции влияния температуры датчика давления.
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.

№№ заня- тий	Наименование и краткое содержание практических занятий
	Метод определения значимости членов модели по изменению коэффициента множественной корреляции.
2.	<u>Оценивание погрешностей</u> 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</u>

№№ заня- тий	Наименование и краткое содержание практических занятий
	<u>погрешности</u> Обнаружение наличия в группе измерений изменяющейся во времени систематической погрешности. Критерий Аббе.
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 Темы самостоятельной работы 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  $\sigma$  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 компетентного 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**

**Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации**

<b>Код</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Краткая характеристика оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>
T1	Тест №1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
T2	Тест №2		
T3	Тест №3		
T4	Тест №4		
T5	Тест №5		
T6	Тест №6		
T7	Тест №7		
T8	Тест №8		
T9	Тест №9		
T10	Тест №10		
T11	Тест №11		
T12	Тест №12		

T13	Тест №13		
КР1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
КР2	Контрольная работа		
КР3	Контрольная работа		

### Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины			Средства и технологии оценки
	и индикаторы формирования компетенций			
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ОПК-1	З-ОПК-1	У-ОПК-1	В-ОПК-1	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, КР1, КР2, КР3, З, Э
ОПК-3	З-ОПК-3	У-ОПК-3	В-ОПК-3	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, КР1, КР2, КР3, З, Э
ПК-1	З-ПК-1	У-ПК-1	В-ПК-1	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, КР1, КР2, КР3, З, Э
ПК-7	З-ПК-7	У-ПК-7	В-ПК-7	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, КР1, КР2, КР3, З, Э
ПК-5.6	З-ПК-5.6	У-ПК-5.6	В-ПК-5.6	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, КР1, КР2, КР3, З, Э
ПК-5.7	З-ПК-5.7	У-ПК-5.7	В-ПК-5.7	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, КР1, КР2, КР3, З, Э
ПК-5.8	З-ПК-5.8	У-ПК-5.8	В-ПК-5.8	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, КР1, КР2, КР3, З, Э



## Этапы формирования компетенций

### 7 семестр

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
Раздел 1	Тема 1. Основные сведения об измерениях	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	T1-2	T2-4	зачет
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	T1-2		
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	T1-2		
	3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	T1-2				
Тема 2. Структурная модель процесса измерений	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	T1-2			

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	T1-2		
	Тема 3. Объект исследования и его модель. Объект измерений	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	T1-2		
У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8			T1-2			
В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8			T1-2			
	Тема 4. Средства измерений	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	T1-2		
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7	T1-2		

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
			У-ПК-5.8			
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	Т1-2		
	Тема 5. Метод измерения		З-ОПК-1 З-ОПК-3 З-ПК-1 З-ПК-7 З-ПК-5.6 З-ПК-5.7 З-ПК-5.8	Т1-2		
		ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	Т1-2		
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	Т1-2		
			З-ОПК-1 З-ОПК-3 З-ПК-1 З-ПК-7 З-ПК-5.6 З-ПК-5.7 З-ПК-5.8	Т1-2		
	Тема 6. Основное уравнение измерения	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6;	З-ОПК-1 З-ОПК-3 З-ПК-1 З-ПК-7 З-ПК-5.6	Т1-2		

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
		ПК-5.7; ПК-5.8;ОПК-3 ПК-1 ПК-7	3-ПК-5.7 3-ПК-5.8			
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	T1-2		
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	T1-2		
	Тема 7. Погрешности измерений	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-7	3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	T1-2		
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	T1-2		
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	T1-2		
			3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7	T1-2		

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
			3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8			
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	Т1-2		
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	Т1-2		
Раздел 2	Тема 1. Описание процесса измерений	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-7	3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	Т3-6	Т4-8	
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	Т3-6		
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	Т3-6		
	3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1	Т3-6				
	Тема 2. Измерительный	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1				

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
	эксперимент по определению функциональной зависимости. Особенности однофакторного эксперимента	ПК-7	3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8			
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	ТЗ-6		
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	ТЗ-6		
			3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	ТЗ-6		
	Тема 3. Особенности многофакторного эксперимента	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-7	У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	ТЗ-6		
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	ТЗ-6		
			3-ОПК-1 3-ОПК-3	ТЗ-6		

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
			3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	Т3-6		
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8			
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8			
			3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8			
	Тема 4. Определение функции влияния	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1 ПК-7	3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	Т3-6		
			3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8			
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8			
Раздел 3	Тема 1. Установление вида математической модели функциональной	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	Т5-10	Т7-12	

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
	зависимости		В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	Т5-10		
			З-ОПК-1 З-ОПК-3 З-ПК-1 З-ПК-7 З-ПК-5.6 З-ПК-5.7 З-ПК-5.8			
	Тема 2. Подбор аппроксимирующих функций. Степенные функции	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	Т5-10		
			З-ОПК-1 З-ОПК-3 З-ПК-1 З-ПК-7 З-ПК-5.6 З-ПК-5.7 З-ПК-5.8			
	Тема 3. Подбор аппроксимирующих функций. Показательные функции	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	Т5-10		
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7			



Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
			В-ПК-5.8			
	Тема 4. Подбор аппроксимирующих функций. Дробно-рациональные функции	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	T5-10		
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	T5-10		
	Тема 5. Расчет параметров аппроксимирующей функции	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	T6-11		
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	T6-11		
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	T6-11		
	Тема 6. Методика расчета	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1;	3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1	T6-11		

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации			
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация	
1	2	3	4	5	6	7	
	коэффициент ов интерполиру ющей функции по методу средних	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	Т6-11			
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8				
	Тема 7. Регрессионн ый анализ. Методика расчета коэффициент ов интерполиру ющей функции методом наименьших квадратов	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	Т6-11		
				3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	Т6-11		
	Тема 8. Выбор вида математичес кой модели многофактор ных зависимосте й	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	Т6-11		
				В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	Т6-11		
				3-ОПК-1 3-ОПК-3	Т6-11		

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
	Тема 9. Оценивание погрешностей	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8			
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	Т6-11		
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	Т6-11		
			3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	Т6-11		
Раздел 4	Тема 1. Методы повышения точности измерений	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	Т8-13	Т9-14	
			3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	Т8-13		
			У-ОПК-1	Т8-13		

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
			У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8			
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	Т8-13		
			З-ОПК-1 З-ОПК-3 З-ПК-1 З-ПК-7 З-ПК-5.6 З-ПК-5.7 З-ПК-5.8	Т8-13		
			У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	Т8-13		
	Тема 2. Виды и математические модели измерительных сигналов	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	Т8-13		
			З-ОПК-1 З-ОПК-3 З-ПК-1 З-ПК-7 З-ПК-5.6 З-ПК-5.7 З-ПК-5.8	Т8-13		

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации			
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация	
1	2	3	4	5	6	7	
	Тема 3. Преобразования сигналов в измерительных системах	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8	T8-13			
			В-ОПК-1 В-ОПК-3 В-ПК-1 В-ПК-7 В-ПК-5.6 В-ПК-5.7 В-ПК-5.8	T8-13			
			3-ОПК-1 3-ОПК-3 3-ПК-1 3-ПК-7 3-ПК-5.6 3-ПК-5.7 3-ПК-5.8	T8-13			
	Тема 4. Восстановление непрерывного сигнала из дискретизированного		ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	У-ОПК-1 У-ОПК-3 У-ПК-1 У-ПК-7 У-ПК-5.6 У-ПК-5.7 У-ПК-5.8			T8-13

### 8 семестр

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
Раздел 1	Тема 1. Средняя квадратичная	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1;	34	КР1-2	T10-4	экзамен

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации				
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация		
1	2	3	4	5	6	7		
	и средняя арифметическая ошибки. Коэффициент вариации	ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	У1	КР1-2				
	Тема 2. Анализ закона распределения случайных погрешностей измерений	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	34	КР1-2				
			35	КР1-2				
			У1	КР1-2				
	Тема 3. Критерий Пирсона	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	34	КР1-2				
			35	КР1-2				
	Тема 4. Критерий Колмагорова	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	34	КР1-2				
			35	КР1-2				
	Раздел 2	Тема 1. Статистическая проверка наличия промахов (МИ 2091-90)	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	34			КР2-5	Т11-6
				35			КР2-5	
В2				КР2-5				
Тема 2. Обнаружение наличия изменяющейся		ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7;	34	КР2-5				
			35	КР2-5				

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации				
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация		
1	2	3	4	5	6	7		
	ся во времени систематической погрешности	ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	B2	КР2-5				
	Тема 3. Адаптация к меняющимся условиям измерений	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	34	КР2-5				
			35	КР2-5				
			B2	КР2-5				
	Тема 4. Оценка параметров измерительных процессов	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	34	КР2-5				
			35	КР2-5				
			B2	КР2-5				
			У2	КР2-5				
	Тема 5. Учет систематической и случайной ошибок	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	34	КР2-5				
			35	КР2-5				
			B2	КР2-5				
	Раздел 3	Тема 1. Определение доверительного интервала и доверительной вероятности	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	34			КР3-7	Т13-8
				36			КР3-7	
				У1			КР3-7	
		Тема 2. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	34			КР3-7	
				36			КР3-7	
У1				КР3-7				

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
	Тема 3. Доверительные интервалы погрешностей	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	34	КР3-7		
			36	КР3-7		
			У1	КР3-7		
	Тема 4. Задачи фильтрации, экстраполяции, интерполяции. Понятие технического интеллекта	ОПК-1; ОПК-3; ПК-1; ПК-7; ПК-5.6; ПК-5.7; ПК-5.8;	32	Т12-8		
			34	Т12-8		
			36	Т12-8		
			В1	Т12-8		
			У2	Т12-8		

### Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
Т1	Тестовое задание №1	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	3	3 – 1
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	2	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	1	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т2	Тестовое задание №2	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	7	7 – 5
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено	6	



		правильно		
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	5	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т3	Тестовое задание №3	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	7	7 – 5
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	6	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	5	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т4	Тестовое задание №4	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	8	8 – 6
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	7	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	6	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т5	Тестовое задание №5	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	3	3 – 1
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	2	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено	1	

		правильно		
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т6	Тестовое задание №6	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	4	<b>4 – 2</b>
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	3	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	2	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т7	Тестовое задание №7	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	8	<b>8 – 6</b>
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	7	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	6	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т8	Тестовое задание №8	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	3	<b>3 – 1</b>
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	2	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	1	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание	н/з	

		не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе		
Т9	Тестовое задание №9	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	7	7 –5
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	6	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	5	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т10	Тестовое задание №9	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	10	10 –8
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	9	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	8	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т11	Тестовое задание №9	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	10	10 –8
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	9	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	8	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра	н/з	

		или на зачетной неделе		
Т12	Тестовое задание №9	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	2	2 – 1
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	1,5	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	1	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т13	Тестовое задание №9	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	10	10 – 7
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	8	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	7	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
КР1	Контрольная работа №1	выставляется студенту если 90-100% заданий работы выполнено правильно	7	7 – 5
		выставляется студенту если 80-89% заданий работы выполнено правильно	6	
		выставляется студенту если 60-79% т заданий работы выполнено правильно	5	
		при правильном выполнении студентом менее чем 60% заданий	н/з	

		работы, контрольная работа не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе		
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту если 90-100% заданий работы выполнено правильно	8	8 – 6
		выставляется студенту если 80-89% заданий работы выполнено правильно	7	
		выставляется студенту если 60-79% т заданий работы выполнено правильно	6	
		при правильном выполнении студентом менее чем 60% заданий работы, контрольная работа не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
КР3	Контрольная работа №3	выставляется студенту если 90-100% заданий работы выполнено правильно	3	3 – 1
		выставляется студенту если 80-89% заданий работы выполнено правильно	2	
		выставляется студенту если 60-79% т заданий работы выполнено правильно	1	
		при правильном выполнении студентом менее чем 60% заданий работы, контрольная работа не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
3	Зачет	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в	40-50	50 – 30

		<p>процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной</p>		
		<p>выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстраций базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной</p>	35-39	
		<p>выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине</p>	30-34	
		<p>если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы</p>	<30	
Э	Экзамен	<p>выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной</p>	40-50	50 – 30
		<p>выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстраций базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной</p>	35-39	
		<p>выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине</p>	30-34	

	если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы	<30	
--	--	-----	--

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице, указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям, умениям, навыкам по дисциплине
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки,

		нарушения последовательности в программного материала.	логической изложении
«неудовлетворительно»  –  F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

### Вопросы к зачету (7 семестр)

1. Основные термины, понятия и определения теории измерения (РМГ 29-99, физическая величина, измерение, элементарное измерение, системные измерения, эксперимент, процедура измерений)
2. Контроль (технический, производственный, эксплуатационный) и испытания
3. Общие (отличительные и ограничительные) признаки измерений (кол-во 4)
4. На какие вопросы отвечает теория измерений (8 вопросов)
5. Основные этапы измерений (3 этапа)
6. Классификация измерений (8 признаков)
7. Структурная модель процесса измерений (9 основных элементов)
8. Показатели качества измерительных устройств (метрологические характеристики СИ)
9. Показатели качества измерительных устройств (не метрологические, динамические характеристики СИ)
10. Объект исследований и его модель
11. Пространственная, временная, амплитудная дискретизация (квантование по уровню)
12. Априорная и апостериорная информация
13. Цель измерения и постановка измерительной задачи.
14. Средства измерений (СИ, мера, измерительный преобразователь, датчик, измерительный прибор, измерительные принадлежности, компаратор)



15. Средства измерений (СИ основные и вспомогательные, измерительная установка, измерительная система, измерительно-вычислительный комплекс, измерительно-информационная система)
16. Метод измерений (определение, 2 метода, 5 модификаций)
17. Условия измерений (определение, нормальные, рабочие, 2 способа контроля)
18. Результат измерений (качество, сходимость, размах, вариация)
19. Разработка программы и методики измерений
20. Основное уравнение измерения
21. Виды шкал (реперная, интервалов, отношений), среднее взвешенное значение
22. Погрешности измерений (инструментальная, методическая, субъективная)
23. Погрешность средства измерения (основная, дополнительная, динамическая, систематическая, случайная)
24. Погрешность средства измерения (абсолютная, относительная, приведенная, мультипликативная, аддитивная)
25. Формализованное (общее) описание процесса измерений
26. Алгоритм процесса измерений (последовательность выполнения обработки данных)
27. Однофакторный эксперимент, определение градуировочной характеристики
28. Особенности многофакторного эксперимента
29. Измерительный эксперимент по определению функции влияния
30. Установление вида математической модели функциональной зависимости (диффузность, метод обведения контура, метод медианных центров, адекватность модели)
31. Подбор аппроксимирующих функций (степенная)
32. Подбор аппроксимирующих функций (показательная)
33. Подбор аппроксимирующих функций (дробно-рациональная)
34. Расчет параметров аппроксимирующей функции (аналитический метод)
35. Расчет параметров аппроксимирующей функции (графоаналитический метод)
36. Методика расчета коэффициентов интерполирующей функции по методу средних
37. Методика расчета коэффициентов интерполирующей функции методом наименьших квадратов - прямолинейная интерполяция

38. Методика расчета коэффициентов интерполирующей функции методом наименьших квадратов в общем случае
39. Выбор вида математической модели многофакторных зависимостей
40. Метод определения значимости членов модели по изменению коэффициента множественной корреляции
41. Процесс оценивания погрешностей и основные принципы (4 принципа)
42. Основная цель и последовательность оценивания погрешностей
43. Особенности суммирования погрешностей
44. Повышение точности формулы измерений на этапе планирования
45. Информационная избыточность
46. Тестовые методы повышения точности измерений
47. Этапы обращения измерительной информации
48. Измерительные сигналы (неслучайный, детерминированный, квазидетерминированный, случайный, аналоговый, квантовый, дискретный, цифровой)
49. Математические модели сигналов (импульсные, периодические)
50. Модуляция синусоидально изменяющихся сигналов (амплитудная)
51. Модуляция синусоидально изменяющихся сигналов (частотная)
52. Модуляция синусоидально изменяющихся сигналов (фазовая)
53. Модуляция импульсных сигналов
54. Кодоимпульсная модуляция
55. Дискретизация
56. Восстановление непрерывного сигнала из дискретизированного (интерполяционные методы восстановления аналогового сигнала)
57. Восстановление непрерывного сигнала из дискретизированного (теорема Котельникова)
58. Восстановление непрерывного сигнала из дискретизированного (восстановление полиномом Лагранжа)

### **Вопросы к экзамену (8 семестр)**

1. Расчет определяющего размера и допустимой погрешности технического требования

2. Расчет определяющего линейного размера
3. Выбор допустимой погрешности расположения поверхностей
4. Анализ закона распределения случайных погрешностей измерений
5. Полигон распределений, гистограмма и опытная функция распределения
6. Анализ гипотезы о законах распределения случайных величин
7. Общие замечания о критериях согласия
8. Методика использования критерия Пирсона
9. Проверка гипотезы о нормальном распределении размеров выборки для случая небольшого числа наблюдений
10. Использование критерия Колмагорова для проверки гипотезы о распределении погрешностей по закону Релея
11. Критерий Колмогорова
12. Методика использования критерия Колмагорова
13. Построение гистограмм и теоретических кривых распределений определяющего размера и специального требования
14. Исключение из числа анализируемых размеров, которые могут быть оценены как грубые ошибки
15. Статистическая проверка наличия промахов
16. Анализ исходных данных на наличие промаха
17. Обнаружение наличия изменяющейся во времени систематической погрешности
18. Критерий Аббе
19. Анализ наличия в группе замеров погрешности размера детали систематически изменяющейся во времени
20. Доверительные интервалы погрешностей определяющего размера и среднего квадратического отклонения определяющего размера
21. Понятие о доверительных интервалах
22. Доверительный интервал оценки определяющего размера
23. Доверительный интервал для оценки среднего квадратического отклонения  $\sigma$  нормального распределения
24. Проверка случайности и непреднамеренности отбора деталей выборки
25. Методика оценки результатов измерений

26. Анализ результатов измерения выборки деталей
27. Определение необходимого числа наблюдений
28. Согласование точности измерений со свойствами измеряемого объекта
29. Сложение случайных ошибок
30. Погрешность определения погрешности

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

1. Жуков В. К. Метрология. Теория измерений: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / В. К. Жуков. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 414 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490336>.
2. Латышенко К. П. Технические измерения и приборы в 2 т. Том 2 в 2 кн. Книга 2: учебник для вузов [Электронный ресурс] / К. П. Латышенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 232 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/491908>.
3. Шишмарёв В. Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов [Электронный ресурс] / В. Ю. Шишмарёв. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 377 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/495502>.
4. Щепетов А. Г. Основы проектирования приборов и систем: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / А. Г. Щепетов. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 458 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/489594>.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Латышенко К. П. Общая теория измерений: учебное пособие [Электронный ресурс] / К. П. Латышенко. — 2-е изд. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 300 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/79654.html>.

2. Латышенко К. П. Технические измерения и приборы в 2 т. Том 2 в 2 кн. Книга 1: учебник для вузов [Электронный ресурс] / К. П. Латышенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москв: Издательство Юрайт, 2020. — 292 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/453020>.

### 7.3 Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=7719](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7719) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

2. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28889](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28889) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

3. ИНСТРУМЕНТ. ТЕХНОЛОГИЯ. ОБОРОУДОВАНИЕ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=9796](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9796) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8742](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8742) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

5. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. НАНОСИСТЕМЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - Режим доступа: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=32094](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32094) – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

6. ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28006](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28006) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

### 7.4 Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
2	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
3	Электронная библиотечная система IPR BOOKS	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	Научные полнотекстовые ресурсы издательства	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>

	Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

## **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>