

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Производство энергетического оборудования

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.10.03.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 129,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Реферат Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гончаров А.Л.
	Идентификатор	R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe

(подпись)


А.Л. Гончаров

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волков П.В.
	Идентификатор	Rae5921e8-VolkovPV-971cc7f4


(подпись)

П.В. Волков

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гончаров А.Л.
	Идентификатор	R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe

(подпись)

А.Л. Гончаров

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является овладение основами методики физического эксперимента, формирование навыков самостоятельной деятельности в осуществлении физического эксперимента

Задачи дисциплины

- освоение методики поиска и анализа научно-технической информации с использованием современных информационных ресурсов;
- изучение современной концепции инженерного и научного эксперимента;
- формирование навыков получения, обработки и анализа экспериментальных данных.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проведении научных исследований в области производства объектов профессиональной деятельности, а также контроля и диагностики свойств и структуры материалов этих объектов	ИД-5 _{ПК-1} Выполняет экспериментальные исследования процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности	знать: - методы и методики получения и обработки экспериментальной информации; - место и роль эксперимента в научном исследовании и инженерной практике, задачи физического эксперимента; - физические единицы и методы измерения физических величин. уметь: - проводить математическую обработку одномерных и двумерных цифровых сигналов; - выбирать средства измерения и определять погрешность измерения; - осуществлять поиск и анализ научной информации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Производство энергетического оборудования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать роль, значение, сущность, классификацию методов проведения научных исследований
- уметь формулировать цель, задачи научного исследования
- уметь идентифицировать технологические процессы и установки для обработки КПЭ как объекты управления

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Введение. Методы анализа современного состояния научно-технической проблемы	12	3	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к тесту №1</p> <p><u>Подготовка реферата:</u> Подготовка реферата на тему «Обзор научных работ с использованием реферативных баз данных и систем цитирования»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 35-54</p>
1.1	Введение. Методы анализа современного состояния научно-технической проблемы	12		2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
2	Виды и методы измерения. Виды средств измерений	28		6	-	2	-	-	-	-	-	20	-	
2.1	Виды и методы измерения. Виды средств измерений	28		6	-	2	-	-	-	-	-	20	-	
3	Получение экспериментальных данных. Измерение физических величин в инженерном эксперименте	40		8	-	4	-	-	-	-	-	28	-	
3.1	Получение экспериментальных данных. Измерение физических величин в	40	8	-	4	-	-	-	-	-	28	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 25-41 [4], 36-43 [5], 36-43 [7], 5-15</p>	

	инженерном эксперименте												
4	Математические методы обработки одномерных наборов экспериментальных данных	32	8	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к тесту №3 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к защите расчетного задания №1 <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение расчетного задания №1
4.1	Математические методы обработки одномерных наборов экспериментальных данных	32	8	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к защите расчетного задания №2 <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение расчетного задания №2 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], 36,51,54,74,82-83,43,150,284,469,626-630,,817-826
5	Математические методы обработки двумерных наборов экспериментальных данных	32	8	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Подготовка к защите расчетного задания №2 <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Выполнение расчетного задания №2 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], 36,51,54,74,82-83,43,150,284,469,626-630,,817-826
5.1	Математические методы обработки двумерных наборов экспериментальных данных	32	8	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], 36,51,54,74,82-83,43,150,284,469,626-630,,817-826
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	32	-	16	-	2	-	-	0.5	96	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	-	16	2	-	-	0.5	129.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Введение. Методы анализа современного состояния научно-технической проблемы

1.1. Введение. Методы анализа современного состояния научно-технической проблемы

Основные методы научного исследования. Место эксперимента в научном исследовании, виды экспериментов. Методы поиска научной информации. Современные системы и ресурсы для поиска научной информации в сети интернет (электронные каталоги, поисковые системы, реферативные базы данных). Поиск научной информации по теме исследования в реферативной базе Scopus и системе ScienceDirect. Основные понятия и определения физического эксперимента, цели эксперимента. Натурный эксперимент.

2. Виды и методы измерения. Виды средств измерений

2.1. Виды и методы измерения. Виды средств измерений

Классификация измерений по точности, природе и уравнениям измерений. Принципы и методы измерений. Метод непосредственной оценки и методы сравнения с мерой. Исторические аспекты создания международной системы единиц СИ. Наименования и обозначения единиц системы СИ, производные единицы, кратные и дольные единицы, правила написания обозначений единиц на русском и английском языке. Единицы, не входящие в систему СИ. Система измерения Гаусса (СГС, МКС, МТС, МКГСС). Системы единиц электромагнитных величин (СГСЭ, СГСМ, СГС). Перевод единиц измерения физических величин. Меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки и системы, измерительные принадлежности. Погрешности измерений и средств измерений. Абсолютная и относительная погрешность измерения. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности средств измерений. Классы точности. Принципы оцифровки аналогового сигнала. Устройство аналого-цифрового преобразователя. Автоматизированные измерительные системы. Виртуальные информационно-измерительные системы. Интеллектуальные измерительные системы.

3. Получение экспериментальных данных. Измерение физических величин в инженерном эксперименте

3.1. Получение экспериментальных данных. Измерение физических величин в инженерном эксперименте

Основные физические принципы измерения температуры. Виды средств измерения температуры. Термометр сопротивления. Термоэлектрический преобразователь. Термопарные методы измерения температуры. Бесконтактные методы измерения температуры. Спектральные характеристики различных материалов. Оптический и инфракрасный пирометр. SWIR-камера. Термоиндикаторные покрытия. Измерение температуры при технологических процессах обработки металлических материалов (сварка, термическая обработка). Классификация средств и методов измерения линейных и угловых размеров. Оптико-электронные приборы и системы для измерения геометрических величин. Лазерные триангуляционные датчики и зонды. Лазерный микрометр и профилометр. Применение оптического микроскопа для измерения линейных и угловых размеров объектов и параметров микроструктуры металла. Методы количественной металлографии. Измерение параметров поверхности. Лазерный конфокальный микроскоп. Измерение тока и напряжения в лабораторном эксперименте. Измерение активного сопротивления, емкости и индуктивности. Устройство и принцип работы RLC измерителя. Температурные зависимости удельного электрического сопротивления металлических материалов. Сплавы с высоким и низким удельным сопротивлением. Измерение индукции магнитного поля. Типы магнитных датчиков. Магниторезисторы и датчики Холла. Линейный преобразователь

магнитного поля. Измерение магнитного поля термоэлектрических токов при электроннолучевой сварке.

4. Математические методы обработки одномерных наборов экспериментальных данных

4.1. Математические методы обработки одномерных наборов экспериментальных данных
Классификация задач математической обработки экспериментальных данных. Оптимизация при решении задачи о наименьших квадратах. Метод сопряженных градиентов, метод Левенберга-Марквардта. Применение математических пакетов программ (Matlab, Mathcad) для обработки экспериментальных данных. Статистическая обработка сигналов. Математические методы фильтрации одномерных сигналов. Математические методы определения времени задержки сигналов. Динамическое программирование. Применение искусственной нейронной сети для решения задачи регрессии.

5. Математические методы обработки двумерных наборов экспериментальных данных

5.1. Математические методы обработки двумерных наборов экспериментальных данных
Цифровое изображение как дискретный сигнал двух переменных. Принципы формирования цифрового изображения. Типы сенсоров и области их применения. Устройство и принцип работы оптических CCD и CMOS сенсоры. Датчики для инфракрасного диапазона измерений (NIR и SWIR). Характеристическая кривая сенсора. Цветовые пространства (RGB, CMYK, HLS) и форматы для хранения цифровых изображений (RAW, TIFF, JPEG). Математическое описание операций над изображениями. Принципы обработки цифровых изображений при физических измерениях. Двумерное дискретное преобразование Фурье. Фильтрация изображений. Алгоритмы выделения краев на изображении. Применение математических пакетов в решении прикладных задач анализа изображения. Косвенный метод диагностики электронного пучка по его изображению в видимом спектре.

3.3. Темы практических занятий

1. Применение Matlab и Mathcad для количественного анализа изображения электронно-го пучка.;
2. Обработка изображения макроструктуры сварного соединения и автоматизация измерений геометрических характеристик сварного шва.;
3. Применение программы Matlab для построения модели предсказания отклика системы при многофакторном эксперименте.;
4. Кросс-корреляционный анализ временных сигналов.;
5. Статистическая обработка и фильтрация временных дискретных сигналов, полученных с использованием автоматизированной системы сбора данных.;
6. Количественное определение параметров микроструктуры металла.;
7. Перевод единиц измерения из одной системы в другую. Работа с размерностями в системе Mathcad. Выбор средства измерения и определение погрешности измерения физической величины.;
8. Системы поиска научной информации в сети Интернет. Поиск и анализ 3х научных статей по теме научного исследования..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Консультация по разделу "Введение. Методы анализа современного состояния научно-технической проблемы" проводится перед экзаменом
2. Консультация по разделу "Виды и методы измерения. Виды средств измерений" проводится перед экзаменом
3. Консультация по разделу "Получение экспериментальных данных. Измерение физических величин в инженер-ном эксперименте" проводится перед экзаменом
4. Консультация по разделу "Математические методы обработки одномерных наборов экспериментальных данных" проводится перед экзаменом
5. Консультация по разделу "Математические методы обработки двумерных наборов экспериментальных данных" проводится перед экзаменом

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
Знать:							
физические единицы и методы измерения физических величин	ИД-5 _{ПК-1}		+				Тестирование/Тест №2 «Физические единицы и методы измерения физических величин»
место и роль эксперимента в научном исследовании и инженерной практике, задачи физического эксперимента	ИД-5 _{ПК-1}	+					Тестирование/Тест №1 «Эксперимент в научном исследовании и инженерной практике»
методы и методики получения и обработки экспериментальной информации	ИД-5 _{ПК-1}				+	+	Тестирование/Тест №3 «Получение и обработка экспериментальных данных»
Уметь:							
осуществлять поиск и анализ научной информации	ИД-5 _{ПК-1}	+					Реферат/Защита реферата на тему «Обзор научных работ с использованием реферативных баз данных и систем цитирования»
выбирать средства измерения и определять погрешность измерения	ИД-5 _{ПК-1}	+					Реферат/Защита реферата на тему «Обзор научных работ с использованием реферативных баз данных и систем цитирования»
проводить математическую обработку одномерных и двумерных цифровых сигналов	ИД-5 _{ПК-1}			+			Контрольная работа/Контрольная работа «Средства измерения и определение погрешности измерений»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Защита реферата на тему «Обзор научных работ с использованием реферативных баз данных и систем цитирования» (Реферат)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Тест №1 «Эксперимент в научном исследовании и инженерной практике» (Тестирование)
2. Тест №2 «Физические единицы и методы измерения физических величин» (Тестирование)
3. Тест №3 «Получение и обработка экспериментальных данных» (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Средства измерения и определение погрешности измерений» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Старовиков М. И. - "Введение в экспериментальную физику", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2008 - (240 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=379;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=379)

2. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация: [в 3-х ч.] : учебник для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям, по направлениям "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительного производства", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизированные технологии и производства" / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе . – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2020 . – (Высшее образование) . Ч. 1 : Метрология / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе . – 2020 . – 235 с. - ISBN 978-5-534-01917-9 .;

3. Шалыгин М. Г., Вавилин Я. А. - "Автоматизация измерений, контроля и испытаний", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2019 - (172 с.)

[https://e.lanbook.com/book/115498;](https://e.lanbook.com/book/115498)

4. Косинов, А. Д. Методы физического эксперимента : учебное пособие для вузов / А. Д. Косинов, А. Г. Костюрина, О. А. Брагин, Новосибирский гос. ун-т (НГУ) . – Москва : Юрайт, 2020 . – 86 с. – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-534-07207-5 .;
5. Сидняев Н. И.- "Статистический анализ и теория планирования эксперимента", Издательство: "МГТУ им. Баумана", Москва, 2017 - (200 с.)
<https://e.lanbook.com/book/103275>;
6. Гонсалес Р., Вудс Р.- "Цифровая обработка изображений", (3-е изд., испр. и доп.), Издательство: "Техносфера", Москва, 2012 - (1104 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73514;
7. Фетисов И. Н.- "Измерение температуры по тепловому излучению тела", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2012 - (24 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52254.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Scilab.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
12. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
13. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
14. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
15. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
16. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
17. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
18. Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
19. Коллекция журналов Taylor & Francis Group - <https://www.tandfonline.com/>
20. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для	Ж-120, Машинный	сервер, кондиционер

проведения лекционных занятий и текущего контроля	зал ИВЦ	
	Х-101в, Лаборатория неразрушающего контроля	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Х-101в, Лаборатория неразрушающего контроля	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Х-101в, Лаборатория неразрушающего контроля	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Б-102, Кабинет сотрудников	стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Х-202в, Помещение кафедры "Технологии металлов"	стол, стул, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы физического эксперимента

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест №1 «Эксперимент в научном исследовании и инженерной практике» (Тестирование)
- КМ-2 Защита реферата на тему «Обзор научных работ с использованием реферативных баз данных и систем цитирования» (Реферат)
- КМ-3 Тест №2 «Физические единицы и методы измерения физических величин» (Тестирование)
- КМ-4 Контрольная работа «Средства измерения и определение погрешности измерений» (Контрольная работа)
- КМ-5 Тест №3 «Получение и обработка экспериментальных данных» (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	6	9	11	14
1	Введение. Методы анализа современного состояния научно-технической проблемы						
1.1	Введение. Методы анализа современного состояния научно-технической проблемы		+	+			
2	Виды и методы измерения. Виды средств измерений						
2.1	Виды и методы измерения. Виды средств измерений				+		
3	Получение экспериментальных данных. Измерение физических величин в инженерном эксперименте						
3.1	Получение экспериментальных данных. Измерение физических величин в инженерном эксперименте					+	
4	Математические методы обработки одномерных наборов экспериментальных данных						
4.1	Математические методы обработки одномерных наборов экспериментальных данных						+
5	Математические методы обработки двумерных наборов экспериментальных данных						
5.1	Математические методы обработки двумерных наборов экспериментальных данных						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20