

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

Направление подготовки/специальность: 11.04.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Киберфизические системы и интернет вещей

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очно-заочная

Рабочая программа дисциплины
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ
СИСТЕМ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	2 семестр - 12 часов;
Практические занятия	2 семестр - 8 часов;
Лабораторные работы	2 семестр - 16 часов;
Консультации	2 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 141,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Лабораторная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

Е.В. Шалимова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Стрелков Н.О.
	Идентификатор	R784cde94-StrelkovNO-f448f943

Н.О. Стрелков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

Е.В. Шалимова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение методов математического моделирования радиотехнических устройств и систем и развитие навыков использования средств моделирования

Задачи дисциплины

- изучение математических моделей радиотехнических устройств и систем;
- приобретение навыков математического моделирования радиотехнических устройств и систем с применением компьютерных средств.

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
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-1 _{ОПК-2} Применяет современные методы научного исследования и разработки радиотехнических устройств и систем	знать: - математические модели радиотехнических линейных и нелинейных устройств. уметь: - применять статистические методы обработки данных.
ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач, связанных с разработкой и проектированием радиотехнических средств	ИД-1 _{ОПК-4} Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации радиотехнических устройств и систем с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств	знать: - математические методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи. уметь: - выбирать прикладные программные пакеты для решения задач математического моделирования.
ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач, связанных с разработкой и проектированием радиотехнических средств	ИД-2 _{ОПК-4} Осуществляет выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности	знать: - математические модели детерминированных и случайных сигналов. уметь: - проводить математическое моделирование устройств и систем с применением компьютерных средств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Киберфизические системы и интернет вещей (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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	Моделирование детерминированных и случайных сигналов	25	2	3	4	2	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Моделирование детерминированных и случайных сигналов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Моделирование детерминированных и случайных сигналов" материалу.</p> <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u></p>
1.1	Моделирование детерминированных и случайных сигналов	25		3	4	2	-	-	-	-	-	16	-	

															Повторение материала по разделу "Моделирование детерминированных и случайных сигналов" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Моделирование детерминированных и случайных сигналов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], §§ 2.1-2.2 [11], 17-112 [14], 1-70
2	Моделирование линейных устройств и процессов преобразования сигналов в линейных и нелинейных устройствах	41	3	4	2	-	-	-	-	-	32	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Моделирование линейных устройств и процессов преобразования сигналов в линейных и нелинейных устройствах" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u>		
2.1	Моделирование линейных устройств и процессов преобразования сигналов в линейных и нелинейных устройствах	41	3	4	2	-	-	-	-	-	32	-	Изучение материала по разделу "Моделирование линейных устройств и процессов преобразования сигналов в линейных и нелинейных устройствах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Моделирование линейных устройств и процессов преобразования сигналов в линейных и нелинейных устройствах" материалу.		

														<p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Моделирование линейных устройств и процессов преобразования сигналов в линейных и нелинейных устройствах"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], §§ 3.1-3.2 [2], 1-75 [3], 1-50 [4], 240-320 [5], 101-145 [6], 103-235 [9], 41-143 [10], 67-123 [14], 75-145</p>
3	Обработка результатов экспериментов	25		3	4	2	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Обработка результатов экспериментов"</p>
3.1	Обработка результатов экспериментов	25		3	4	2	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Обработка результатов экспериментов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе</p>

													необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Обработка результатов экспериментов" материалу. <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Обработка результатов экспериментов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], § 4.1-4.6 [8], 1-560 [12], 1-87 [13], 1-236
4	Математическое моделирование элементов киберфизических устройств в современных программных пакетах	53	3	4	2	-	-	-	-	-	44	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Математическое моделирование элементов киберфизических устройств в современных программных пакетах" <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:
4.1	Математическое моделирование элементов киберфизических устройств в современных программных пакетах	53	3	4	2	-	-	-	-	-	44	-	<u>Самостоятельное изучение</u>

													<p><u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Математическое моделирование элементов киберфизических устройств в современных программных пакетах"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Математическое моделирование элементов киберфизических устройств в современных программных пакетах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Математическое моделирование элементов киберфизических устройств в современных программных пакетах" материалу.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], §§ 6.1-7.6 [7], 1-76</p>
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	12	16	8	-	2	-	-	0.5	108	33.5	
	Итого за семестр	180.0	12	16	8		2		-	0.5		141.5	

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. Моделирование детерминированных и случайных сигналов

1.1. Моделирование детерминированных и случайных сигналов

Понятие модели и моделирования. Математическая модель. Классификация методов моделирования: математическое, имитационное, компьютерное моделирование. Последовательность этапов моделирования. Классификация сигналов. Временная модель детерминированного сигнала. Частотная модель детерминированного сигнала, спектральное представление сигналов. Математическая модель дискретных сигналов. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения. Случайные процессы, их свойства, описание. Моделирование случайных процессов с заданными корреляционными свойствами: метод ДПФ, метод формирующего фильтра..

2. Моделирование линейных устройств и процессов преобразования сигналов в линейных и нелинейных устройствах

2.1. Моделирование линейных устройств и процессов преобразования сигналов в линейных и нелинейных устройствах

Математические модели линейных электрических цепей. Графическая форма представления моделей. Топологические и компонентные уравнения. Матричное представление. Временные и частотные модели устройств. Методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи. Метод комплексных амплитуд. Спектральный метод. Динамическое представление, интеграл Дюамеля. Операторный метод. Синтез цифровых фильтров. Метод инвариантной импульсной характеристики. Метод билинейного z-преобразования. Моделирование нелинейных инерционных элементов. Моделирование режимов работы нелинейных систем в статическом и динамическом режимах. Упрощение моделей..

3. Обработка результатов экспериментов

3.1. Обработка результатов экспериментов

Первичная обработка экспериментальных данных: выборка, полигон частот, гистограмма, выборочные моменты. Оценка параметров распределений. Доверительные интервалы. Оценка закона распределения вероятностей. Проверка соответствия выбранной модели распределения данным эксперимента. Оценка моментов распределения. Оценка корреляционной функции случайного процесса. Оценка спектральной плотности мощности случайного процесса..

4. Математическое моделирование элементов киберфизических устройств в современных программных пакетах

4.1. Математическое моделирование элементов киберфизических устройств в современных программных пакетах

Основы использования MATLAB и Scilab. Построение двумерных графиков. Настройка графиков через GUI. Анализ данных. Создание программ. Использование Simulink, Xcos и LabView при моделировании киберфизических систем. Специализированные средства моделирования и проектирования..

3.3. Темы практических занятий

1. Математические модели детерминированных и случайных сигналов;
2. Математические модели линейных цепей;

3. Синтез цифрового фильтра;
4. Математическая модель нелинейного устройства;
5. Моделирование случайных процессов и экспериментальная оценка их параметров.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Моделирование системы с исполнительным устройством;
2. Моделирование системы с измерительным устройством;
3. Моделирование следящей системы с различными типами регуляторов;
4. Моделирование электрических цепей.

3.5 Консультации

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	
Знать:						
математические модели радиотехнических линейных и нелинейных устройств	ИД-1 _{ОПК-2}	+				Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Математические модели сигналов»
математические методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи	ИД-1 _{ОПК-4}		+			Контрольная работа/Контрольная работа №3 «Методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи»
математические модели детерминированных и случайных сигналов	ИД-2 _{ОПК-4}		+			Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Методы моделирования линейных устройств»
Уметь:						
применять статистические методы обработки данных	ИД-1 _{ОПК-2}			+		Контрольная работа/Контрольная работа №4 «Статистическая обработка экспериментальных данных»
выбирать прикладные программные пакеты для решения задач математического моделирования	ИД-1 _{ОПК-4}				+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ №1, 2, 3, 4
проводить математическое моделирование устройств и систем с применением компьютерных средств	ИД-2 _{ОПК-4}				+	Расчетно-графическая работа/Защита РГР

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторных работ №1, 2, 3, 4 (Лабораторная работа)
2. Защита РГР (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Математические модели сигналов» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 «Методы моделирования линейных устройств» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 «Методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №4 «Статистическая обработка экспериментальных данных» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

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 2 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Монаков, А. А. Математическое моделирование радиотехнических систем : учебное пособие / А. А. Монаков . – СПб. : Лань-Пресс, 2016 . – 148 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература) . - ISBN 978-5-8114-2188-6 .;
2. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов по направлению 511200 "Математика. Прикладная математика" / В. Н. Ашихмин, и др. – М. : Логос, 2005 . – 440 с. – (Новая унив. б-ка) . - ISBN 5-9870403-7-X .;
3. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов по направлению 511200 "Математика. Прикладная математика" / В. Н. Ашихмин, и др. – М. : Логос, 2007 . – 440 с. – (Новая унив. б-ка) . - ISBN 978-5-9870403-7-0 .;
4. Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник для технических специальностей вузов / В. П. Тарасик . – Мн. : Дизайн ПРО, 2004 . – 640 с. - ISBN 985-452-080-3 .;
5. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для академического бакалавриата, для вузов по инженерно-техническим направлениям и специальностям / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев, С.-Петербург. гос. электротехнический ун-т . – 7-е изд . – М. : Юрайт, 2017 . – 343 с. – (Бакалавр. Академический курс) . - ISBN 978-5-9916-3898-2 .;

6. Советов, Б. Я. Моделирование систем. Практикум : учебное пособие для бакалавров вузов по направлениям "Информатика и вычислительная техника" и "Информационные системы" / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев, С.-Петербург. гос. электротехнический ун-т . – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2012 . – 295 с. – (Бакалавр) . - ISBN 978-5-9916-1581-5 .;
7. Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов . – 2-е изд., испр . – М. : Физматлит, 2001 . – 320 с. - ISBN 5-922101-20-X .;
8. Дьяконов, В. MATLAB 6 : Учебный курс / В. Дьяконов . – СПб. : Питер, 2001 . – 592 с. – (Учебный курс) . - ISBN 5-318-00363-X .;
9. Борисов, Ю. П. Математическое моделирование радиотехнических систем и устройств / Ю. П. Борисов, В. В. Цветнов . – М. : Радио и связь, 1985 . – 176 с. – (Б-ка радиоинженера "Современная радиоэлектроника" ; Вып.19) .;
10. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов : пер. с англ. / Р. Лайонс . – 2-е изд . – М. : Бином-Пресс, 2006 . – 656 с. - ISBN 5-9518014-9-4 .;
11. Айфичер, Э. С. Цифровая обработка сигналов : практический подход : пер. с англ. / Э. С. Айфичер, Б. У. Джервис . – 2-е изд . – М. : Вильямс, 2004 . – 992 с. - ISBN 5-84590-710-1 .;
12. Борисов, Ю. П. Учебное пособие по курсу "Применение ЭВМ и микропроцессоров в радиосистемотехнике": Моделирование радиоустройств и систем методом комплексных амплитуд / Ю. П. Борисов, А. А. Валуев, Ю. А. Евсиков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1991 . – 87 с.;
13. Сафьянников Н. М., Буренева О. И., Алипов А. Н.- "Информационно-измерительные преобразователи киберфизических систем", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (236 с.)
<https://e.lanbook.com/book/152596>;
14. Монаков А. А.- "Математическое моделирование радиотехнических систем", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (148 с.)
<https://e.lanbook.com/book/168953>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. Scilab;
5. Python;
6. Libre Office;
7. ОС Debian;
8. GNU Octave.

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. 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 проведения лекционных	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

занятий и текущего контроля		
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-817, Преподавательская	стол, стул, шкаф, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска пробковая, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-802/4, Склад инвентаря и оборудования	стеллаж, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, сервер

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование киберфизических систем

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа №1 «Математические модели сигналов» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа №2 «Методы моделирования линейных устройств» (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа №3 «Методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи» (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа №4 «Статистическая обработка экспериментальных данных» (Контрольная работа)
- КМ-5 Защита лабораторных работ №1, 2, 3, 4 (Лабораторная работа)
- КМ-6 Защита РГР (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	3	5	7	9	11	14
1	Моделирование детерминированных и случайных сигналов							
1.1	Моделирование детерминированных и случайных сигналов		+					
2	Моделирование линейных устройств и процессов преобразования сигналов в линейных и нелинейных устройствах							
2.1	Моделирование линейных устройств и процессов преобразования сигналов в линейных и нелинейных устройствах			+	+			
3	Обработка результатов экспериментов							
3.1	Обработка результатов экспериментов					+		
4	Математическое моделирование элементов киберфизических устройств в современных программных пакетах							
4.1	Математическое моделирование элементов киберфизических устройств в современных программных пакетах						+	+
Вес КМ, %:			10	10	10	10	30	30