МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента по УР
_____Ким М.Ю.
«29» _____10_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия систем связи, локации и навигации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	22	22	часов
Практические занятия	14	14	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	56	56	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	8

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 84146

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Цель изучения дисциплины состоит в изучении и освоении методологии математического моделирования радиоэлектронных систем и устройств как основы их компьютерного проектирования и испытания.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение и освоение методов моделирования сигналов и полей с заданными свойствами.
2. Изучение математических основ моделирования функциональных блоков РЭС различного уровня сложности.
3. Изучение традиционных методов оптимизации проектных решений.
4. Получение навыков использования пакетов прикладных программ для оценки эффективности радиоэлектронных средств методом моделирования на ЭВМ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль специализации (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.ДВ.01.01.08.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-6. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов, в том числе с использованием пакетов прикладных программ	ПК-6.1. Знает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах	Знает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и в радиоэлектронных средствах
	ПК-6.2. Умеет пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов	Умеет пользоваться типовыми методиками моделирования радиоэлектронных средств
	ПК-6.3. Владеет средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ	Владеет средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ моделирования радиоэлектронных средств

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов,

Согласована на портале № 84146

выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Лекционные занятия	22	22
Практические занятия	14	14
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	56	56
Подготовка к тестированию	12	12
Выполнение практического задания	16	16
Подготовка к устному опросу / собеседованию	6	6
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	8	8
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	14	14
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр						
1 Математическое моделирование – основа компьютерного проектирования РЭС.	4	2	4	15	25	ПК-6
2 Математические модели РЭС, моделирование типовых функциональных блоков, сигналов и помех.	6	4	4	15	29	ПК-6
3 Математические модели и моделирование компонентов РЭС различного уровня сложности. Методы оптимизации проектных решений.	6	4	4	11	25	ПК-6
4 Статистический анализ и интерпретация результатов моделирования и испытания РЭС	6	4	4	15	29	ПК-6
Итого за семестр	22	14	16	56	108	
Итого	22	14	16	56	108	

Согласована на портале № 84146

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Математическое моделирование – основа компьютерного проектирования РЭС.	Модели реальных объектов и моделирование как способ познания мира. Функции и формы моделей. Требования к моделям. Математические модели и их классификация. Общая характеристика задач, связанных с компьютерным проектированием РЭС. Статистический характер критериев эффективности РЭС. Общая характеристика задач статистической теории РТС. Основные этапы и их содержание при решении задачи оценки критерия эффективности РЭС методом прямого вероятностного моделирования на ЭВМ. Общая структура программы для реализации метода статистических испытаний.	4	ПК-6
	Итого	4	
2 Математические модели РЭС, моделирование типовых функциональных блоков, сигналов и помех.	Алгоритмы моделирования случайных величин с заданными статистическими свойствами. Моделирование случайного вектора с заданной ковариационной матрицей. Математические модели случайных процессов. Марковское свойство случайных процессов. Концепция формирующего фильтра. Дуализм моделей сигналов и систем. Дискретная аппроксимация линейных динамических систем. Задание динамических моделей марковских процессов в форме системы разностных уравнений для переменных состояния. Модели процессов вида скользящего среднего (СС), авторегрессии (АР) и АРСС.	6	ПК-6
	Итого	6	

Согласована на портале № 84146

3 Математические модели и моделирование компонентов РЭС различного уровня сложности. Методы оптимизации проектных решений.	Описание информационных РЭС (примеры). Классификация методов построения математических моделей. Функциональное моделирование. Основные принципы упрощения описания РЭС при построении математических моделей. Схемотехнические и системотехнические модели. Математические модели РЭС на несущей частоте. Проблемы моделирования на ЭВМ. Примеры. Метод комплексной огибающей при моделировании устройств обработки сигналов.	6	ПК-6
	Итого	6	
4 Статистический анализ и интерпретация результатов моделирования и испытания РЭС	Оценка качества программных датчиков случайных чисел. Методы статистической теории проверки гипотез в задачах моделирования и испытания РЭС: критерии Стьюдента, Фишера, Пирсона и Колмогорова -Смирнова в задачах проверки гипотез о совместимости результатов моделирования и натурного эксперимента.	6	ПК-6
	Итого	6	
	Итого за семестр	22	
	Итого	22	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Математическое моделирование – основа компьютерного проектирования РЭС.	Содержание этапов работы при решении задачи анализа измерительных РЭС методом статистического моделирования на ЭВМ.	2	ПК-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 84146

2 Математические модели РЭС, моделирование типовых функциональных блоков, сигналов и помех.	Метод функциональных преобразований в задаче моделирования случайных величин с заданной плотностью вероятностей. Моделирование случайного вектора с заданной ковариационной матрицей. Модели случайных процессов. Марковское свойство случайных процессов. Концепция формирующего фильтра. Модели процессов вида скользящего среднего (СС), авторегрессии (АР) и АРСС.	4	ПК-6
	Итого	4	
3 Математические модели и моделирование компонентов РЭС различного уровня сложности. Методы оптимизации проектных решений.	Функциональные модели РЭС в форме преобразований комплексной огибающей полезного сигнала.	4	ПК-6
	Итого	4	
4 Статистический анализ и интерпретация результатов моделирования и испытания РЭС	Методы статистической теории проверки гипотез в задачах моделирования и испытания РЭС: критерии Стьюдента, Фишера, Пирсона и Колмогорова-Смирнова в задачах проверки гипотез о совместимости результатов моделирования и натурного эксперимента.	4	ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		14	
Итого		14	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Математическое моделирование – основа компьютерного проектирования РЭС.	Математическое моделирование и анализ сигналов РЭС с заданными параметрами.	4	ПК-6
	Итого	4	

Согласована на портале № 84146

2 Математические модели РЭС, моделирование типовых функциональных блоков, сигналов и помех.	Математическое моделирование случайных величин с заданной плотностью распределения вероятностей. Метод функциональных преобразований. Методы статистической теории проверки гипотез в задачах экспериментальной проверки адекватности математических моделей.	4	ПК-6
	Итого	4	
3 Математические модели и моделирование компонентов РЭС различного уровня сложности. Методы оптимизации проектных решений.	Моделирование гауссовского случайного вектора с заданной ковариационной матрицей. Функциональные модели. Метод комплексной огибающей.	4	ПК-6
	Итого	4	
4 Статистический анализ и интерпретация результатов моделирования и испытания РЭС	Методы статистической теории в задачах моделирования и испытания РЭС.	4	ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Математическое моделирование – основа компьютерного проектирования РЭС.	Подготовка к тестированию	3	ПК-6	Тестирование
	Выполнение практического задания	4	ПК-6	Практическое задание
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПК-6	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-6	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-6	Лабораторная работа
	Итого	15		

Согласована на портале № 84146

2 Математические модели РЭС, моделирование типовых функциональных блоков, сигналов и помех.	Подготовка к тестированию	3	ПК-6	Тестирование
	Выполнение практического задания	4	ПК-6	Практическое задание
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПК-6	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-6	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-6	Лабораторная работа
	Итого	15		
3 Математические модели и моделирование компонентов РЭС различного уровня сложности. Методы оптимизации проектных решений.	Подготовка к тестированию	3	ПК-6	Тестирование
	Выполнение практического задания	4	ПК-6	Практическое задание
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-6	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-6	Лабораторная работа
	Итого	11		
4 Статистический анализ и интерпретация результатов моделирования и испытания РЭС	Подготовка к тестированию	3	ПК-6	Тестирование
	Выполнение практического задания	4	ПК-6	Практическое задание
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	2	ПК-6	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-6	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-6	Лабораторная работа
	Итого	15		
Итого за семестр		56		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		92		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 84146

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-6	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Устный опрос / собеседование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
8 семестр				
Защита отчета по лабораторной работе	0	5	10	15
Устный опрос / собеседование	3	3	4	10
Лабораторная работа	0	5	10	15
Практическое задание	5	5	5	15
Тестирование	5	5	5	15
Экзамен				30
Итого максимум за период	13	23	34	100
Нарастающим итогом	13	36	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)

Согласована на портале № 84146

3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Методология системотехнического проектирования электронных и радиоэлектронных средств (в двух частях): Учебное пособие для бакалавриата, специалитета и магистратуры / Н. Н. Кривин - 2022. 589 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10141.

7.2. Дополнительная литература

1. Борисов, Юрий Петрович. Математическое моделирование радиотехнических систем и устройств / Ю. П. Борисов, В. В. Цветнов. - М. : Радио и связь, 1985. - 176 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.).
2. Быков, Виталий Васильевич. Цифровое моделирование в статистической радиотехнике / В. В. Быков. - М. : Советское радио, 1971. - 325 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.).
3. Гришаев, Ю. Н. Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС : учебное пособие / Ю. Н. Гришаев. — Рязань : РГРТУ, 2015. — 60 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/168338#1.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : Учебно-методическое пособие для студентов при выполнении заданий по практике и лабораторным работам / В. И. Тисленко - 2016. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6547.
2. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7867.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Согласована на портале № 84146

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория информационных технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LibreOffice;
- Scilab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория информационных технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LibreOffice;
- Scilab;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;

Согласована на портале № 84146

- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Математическое моделирование – основа компьютерного проектирования РЭС.	ПК-6	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 84146

2 Математические модели РЭС, моделирование типовых функциональных блоков, сигналов и помех.	ПК-6	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Математические модели и моделирование компонентов РЭС различного уровня сложности. Методы оптимизации проектных решений.	ПК-6	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Статистический анализ и интерпретация результатов моделирования и испытания РЭС	ПК-6	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть

Согласована на портале № 84146

2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Математической моделью называют:
   1) Формальное описание объекта или явления при помощи функциональных схем;
   2) Формальное описание объекта или явления при помощи функциональных или

Согласована на портале № 84146

логистических операторных соотношений, алгебраических и других уравнений;
3) Неформальное объекта или явления;
4) Совокупность формул, описывающих объект или явление.

2. Математическим моделированием называют
   1) Исследование объекта или явления на основе использования математической модели;
   2) Исследование объекта или явления на основе специальных программ;
   3) Исследование объекта или явления на основе его неформального описания;
   4) Исследование объекта или явления с помощью персонального компьютера.
3. Метод кусочной аппроксимации плотности распределения вероятности состоит
   1) В замене плотности распределения вероятности ступенчатой функцией – набором прямоугольников, вписанных в нее и имеющих одинаковые площади;
   2) В замене плотности распределения вероятности ступенчатой функцией – набором треугольников, вписанных в нее и имеющих одинаковые площади;
   3) В замене плотности распределения вероятности ступенчатой функцией – набором ромбов, вписанных в нее и имеющих одинаковые площади;
   4) В замене плотности распределения вероятности ступенчатой функцией – набором квадратов, вписанных в нее и имеющих одинаковые площади.
4. Формирование математической модели объекта исследования включает
   1) Составлением неформального описания и формального алгоритма, которое завершается
   построением функциональной схемы;
   2) Составлением набора формул;
   3) Составлением неформального описания;
   4) Составлением описания принципов работы объекта исследования.
5. При исследовании РТС методами моделирования возникают сложности, которые проявляются в следующем
   1) РТС – одномерные системы с небольшим числом элементов, функциональных связей между ними;
   2) РТС – многомерные системы с большим числом элементов, функциональных связей между ними и статистическим характером их возникновения;
   3) РТС – системы с большим числом элементов с функциональными связями между ними и
   детерминированным характером их возникновения;
   4) РТС – системы с большим числом элементов, работу которых невозможно описать математическими формулами.
6. Электромагнитная совместимость аппаратуры РЭС это
   1) Способность аппаратуры функционировать согласно требованиям ТУ одновременно с другими устройствами в реальной электромагнитной обстановке;
   2) Способность аппаратуры не создавать не допустимых помех другим устройствам;
   3) Способность аппаратуры увеличивать чувствительность при воздействии различных полей;
   4) Способность аппаратуры уменьшать чувствительность при воздействии различных полей.
7. 7 Какой метод применяется для разбиения электрической схемы на функционально законченные части
   1) Абстракция;
   2) Декомпозиция;
   3) Агрегирование;
   4) Интегрирование.
8. 8 Принцип специализации модели состоит в том, что
   1) Строится не одна сложная, а несколько простых математических моделей;
   2) Строится одна сложная математическая модель;
   3) Строится несколько сложных математических моделей;
   4) Строится одна простая математическая модель.
9. 9 Совокупность сведений о радиосистеме, достаточная для установления предполагаемого или фактического алгоритма её работы называется
   1) Формальным описанием радиосистемы;

Согласована на портале № 84146

2) Неформальным описанием радиосистемы;
3) Обычным описанием радиосистемы;
4) Условным описанием радиосистемы.

10. 10 Оператор А представляет собой
    1) Правило, по которому каждому элементу множества входных переменных X ставится в однозначное или взаимооднозначное соответствие элемент множества выходных переменных Y;
    2) Функцию переменной входных переменных X;
    3) Функцию переменной выходных переменных Y;
    4) Множества выходных переменных Y.
11. 11 Внутренними параметрами системы называют
    1) Физические величины, численные значения которых характеризуют свойства функциональных звеньев, образующих систему;
    2) Множество значений, которые характеризуют свойства всей системы;
    3) Множество значений входных переменных X;
    4) Множество значений выходных переменных Y.
12. 12 Для решения задач исследования радиосистем широко используются
    1) Статистические модели;
    2) Интегральные модели;
    3) Дифференциальные модели;
    4) Детерминированные модели.
13. 13 Любую радиосистему можно составить из
    1) Одного функционального блока;
    2) Одного структурного блока;
    3) Оператора А;
    4) Ограниченного числа различных функциональных звеньев.
14. 14 Принцип декомпозиции системы
    1) Позволяет строить математические модели, отображающие её работу на каждом этапе;
    2) Позволяет строить математические модели, отображающие работу всей системы в целом;
    3) Позволяет строить математические модели, отображающие её работу на первом этапе;
    4) Позволяет строить математические модели, отображающие её работу на последнем этапе.
15. 15 Метод комплексной огибающей сводится к
    1) Замене звена радиосистемы моделью – низкочастотным (обычно комплексным) звеном;
    2) Замене звена радиосистемы моделью – высокочастотным звеном;
    3) Замене звена радиосистемы моделью – интегрирующим звеном;
    4) Замене звена радиосистемы моделью – дифференцирующим звеном.
16. 16 Метод несущей можно строить
    1) На основе как принципиальных, так и структурных и функциональных схем;
    2) На основе только принципиальных схем;
    3) На основе только структурных схем;
    4) На основе только функциональных схем.
17. 17 Метод несущей можно строить
    1) На основе как принципиальных, так и структурных и функциональных схем;
    2) На основе только принципиальных схем3) На основе только структурных схем;
    4) На основе только функциональных схем.
18. 18 Метод несущей отличается метода комплексной огибающей тем, что
    1) Используется сигнал на несущей частое;
    2) Используется сигнал на промежуточной частое;
    3) Используется комплексная огибающая сигнала;
    4) Используется видеосигнал.
19. 19 При моделировании радиотехнических систем необходимо применять
    1) Интеграцию;
    2) Методы абстракции;
    3) Статистические методы обработки сигналов;

Согласована на портале № 84146

4) Дифференциальные уравнения.

20. 20 Внешними параметрами системы называют
    1) Множество значений, которые характеризуют свойства всей системы;
    2) Физические величины, численные значения которых характеризуют свойства входных сигналов и среды распространения радиоволны;
    3) Множество значений входных переменных A;
    4) Множество значений выходных переменных Y.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Общие принципы моделирования радиоэлектронных средств.
2. Математическая модель, математическое моделирование, основные четыре этапа математического моделирования.
3. Процесс математического моделирования радиоэлектронных средств.
4. Особенности математического моделирования радиотехнических систем.
5. Формальное описание радиотехнических систем.
6. Задачи моделирования радиотехнических систем, критерии оценки качества решения.
7. Методы моделирования непрерывных детерминированных сигналов.
8. Моделирование с использованием метода несущей.
9. Моделирование с использованием метода огибающей.
10. Моделирование сигналов со случайными параметрами. Генерация дискретных случайных величин.
11. Методы генерации случайных величин с равномерным законом распределения.
12. Генерация случайных величин с произвольным законом распределения методом обратных функций.
13. Методы генерации случайных величин с нормальным законом распределения.
14. Методы генерации случайных векторов.
15. Моделирование гауссовских случайных процессов с заданными корреляционными свойствами.
16. Методы теории статистической проверки гипотез в задачах обработки экспериментальных данных.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Что является основой разработки функциональных математических моделей РЭС с использованием метода комплексной огибающей.
2. Объясните метод функциональных преобразований в задаче моделирования случайной величины с заданной плотностью распределения вероятностей.
3. Объясните концепцию формирующего фильтра в задаче моделирования случайных сигналов с заданными статистическими свойствами.
4. Объясните свойства марковского случайного сигнала.
5. Запишите соотношения, определяющие математическую модель линейной динамической системы в форме системы разностных уравнений для переменных состояния.
6. Запишите соотношения, определяющие математическую модель линейной динамической системы на основе дискретной аппроксимации соотношения, определяющего связь выхода и входа этой системы во временной области.
7. Запишите соотношения, определяющие математическую модель линейной динамической системы на основе дискретной аппроксимации соотношения, определяющего связь выхода и входа этой системы в частотной области.

9.1.4. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. Что называют математической моделью? Как осуществляется математическое моделирование?
2. Какие существуют методы генерации случайного вектора? Какие существуют методы генерации нормального случайного процесса?
3. Как составляется неформальное и формальное описание математической модели?
4. Какие возникают сложности при исследовании РЭС методами моделирования?
5. Что называют внутренними параметрами системы? Что называют внешними параметрами

Согласована на портале № 84146

системы?
6. В чем состоит принцип декомпозиции?
7. В чем заключается отличия метода несущей от метода комплексной огибающей?

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Математическое моделирование и анализ сигналов РЭС с заданными параметрами.
2. Математическое моделирование случайных величин с заданной плотностью распределения вероятностей. Метод функциональных преобразований. Методы статистической теории проверки гипотез в задачах экспериментальной проверки адекватности математических моделей.
3. Моделирование гауссовского случайного вектора с заданной ковариационной матрицей. Функциональные модели. Метод комплексной огибающей.
4. Методы статистической теории в задачах моделирования и испытания РЭС.

9.1.6. Темы практических заданий

1. Содержание этапов работы при решении задачи анализа измерительных РЭС методом статистического моделирования на ЭВМ.
2. Метод функциональных преобразований в задаче моделирования случайных величин с заданной плотностью вероятностей. Моделирование случайного вектора с заданной ковариационной матрицей. Модели случайных процессов. Марковское свойство случайных процессов. Концепция формирующего фильтра. Модели процессов вида скользящего среднего (СС), авторегрессии (АР) и АРСС.
3. Функциональные модели РЭС в форме преобразований комплексной огибающей полезного сигнала.
4. Методы статистической теории проверки гипотез в задачах моделирования и испытания РЭС: критерии Стьюдента, Фишера, Пирсона и Колмогорова-Смирнова в задачах проверки гипотез о совместимости результатов моделирования и натурного эксперимента.
5. Статистический анализ и интерпретация результатов моделирования и испытания РЭС.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном

Согласована на портале № 84146

журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 84146

процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 2 от « 9 » 10 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.С. Аникин	Согласовано, 90a9b589-4503-47e5-999f-a5e10963c1fa
Начальник учебного управления	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946-bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. РТС	А.С. Аникин	Согласовано, 90a9b589-4503-47e5-999f-a5e10963c1fa

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. РТС	В.Ю. Куприц	Разработано, f0e626a3-6ea8-403e-b1f0-7853257136b0

Согласована на портале № 84146