

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 учебной работе

Ким М.Ю.

«29» 10 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические системы**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**

Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость	108	108	часов
(включая промежуточную аттестацию)	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации

Семестр

Зачет с оценкой	1
-----------------	---

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ким М.Ю.

Должность: Директор департамента по учебной работе

Дата подписания: 29.10.2025

Уникальный программный ключ:

ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 85236

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. формирование у магистрантов углубленных знаний и практических навыков в области создания, исследования и применения математических моделей радиотехнических устройств и систем (РТС). Обучение направлено на подготовку инженеров-исследователей, способных использовать математический аппарат для прогнозирования характеристик РТС, оптимизации их параметров и сокращения сроков проектирования высокотехнологичной продукции.

1.2. Задачи дисциплины

1. классификация математических моделей (детерминированные и стохастические, непрерывные и дискретные, аналитические и численные) и принципов их построения.

2. освоение методов аппроксимации и идентификации параметров компонентов радиотехнических устройств.

3. освоение методов оценки адекватности, точности и сходимости математических моделей.

4. освоение методов статистического моделирования для анализа помехоустойчивости и надежности систем.

5. освоение алгоритмов оптимизации параметров устройств по заданным критериям эффективности (мощность, полоса частот, уровень шумов и т.д.).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Профессиональный модуль.

Индекс дисциплины: Б1.О.02.01.

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		

ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ОПК-4.1. Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации объектов профессиональной деятельности с использованием систем автоматизированного проектирования	Владеет навыками работы в профессиональных средах автоматизированного проектирования для разработки и исследования моделей РТС
	ОПК-4.2. Умеет выбирать пакеты прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности	Умеет выбирать математический аппарат и инструментальные средства САПР для решения конкретных инженерных задач по проектированию и расчету характеристик радиотехнических систем
	ОПК-4.3. Владеет современными программными средствами моделирования, проектирования и конструирования объектов профессиональной деятельности	Владеет практическими навыками работы в высокоуровневых средах моделирования для проектирования архитектуры и узлов радиотехнических систем
Профессиональные компетенции		
ПК-3. Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	ПК-3.1. Знает принципы и методы моделирования объектов и процессов, а также возможности стандартных пакетов прикладных программ для анализа и оптимизации их параметров	Владеет методологией проведения вычислительных экспериментов с целью поиска оптимальных параметров функционирования систем
	ПК-3.2. Умеет применять стандартные пакеты прикладных программ для построения моделей объектов и процессов и проведения анализа их характеристик	Владеет навыками настройки и конфигурации параметров симуляции (шаг интегрирования, время моделирования, точность) для получения достоверных результатов
	ПК-3.3. Владеет навыками оптимизации параметров объектов и процессов на основе результатов моделирования с использованием современных программных средств и инструментов исследования	Знает математические методы поиска экстремумов целевых функций (локальная и глобальная оптимизация) и их программную реализацию в инженерном ПО

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем

и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 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
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к зачету с оценкой	36	36
Подготовка к тестированию	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр					
1 Основы методологии и верификации математических моделей РТС	4	8	18	30	ОПК-4, ПК-3
2 Моделирование и идентификация параметров радиотехнических устройств	4	5	18	27	ОПК-4, ПК-3
3 Статистическое имитационное моделирование систем в условиях помех	5	5	18	28	ОПК-4
4 Алгоритмы оптимизации и синтеза параметров радиотехнических систем	5	-	18	23	ПК-3
Итого за семестр	18	18	72	108	
Итого	18	18	72	108	

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
1 семестр			

1 Основы методологии и верификации математических моделей РТС	Классификация математических моделей (детерминированные, стохастические, непрерывные и дискретные). Понятие иерархического моделирования. Жизненный цикл модели. Методология оценки адекватности, точности и сходимости моделей. Анализ погрешностей численных методов. Требования к вычислительной устойчивости алгоритмов при проектировании радиотехнических систем.	4	ПК-3
	Итого	4	
2 Моделирование и идентификация параметров радиотехнических устройств	Методы аппроксимации характеристик активных и пассивных компонентов РТС. Математическое описание нелинейных элементов. Методы идентификации параметров моделей по экспериментальным данным (в том числе методы наименьших квадратов, градиентные методы). Построение эквивалентных схем и функциональных моделей устройств. Моделирование физических процессов в элементной базе.	4	ОПК-4
	Итого	4	
3 Статистическое имитационное моделирование систем в условиях помех	Принципы построения имитационных моделей сквозных радиотехнических трактов. Математическое описание сигналов и помех. Методы статистических испытаний (метод Монте-Карло) для анализа помехоустойчивости и вероятностных характеристик систем. Оценка надежности и стабильности функционирования РТС при воздействии случайных факторов среды. Моделирование в программно-определяемых средах.	5	ОПК-4
	Итого	5	
4 Алгоритмы оптимизации и синтеза параметров радиотехнических систем	Постановка задач параметрической оптимизации РТС. Выбор критериев эффективности и формирование целевых функций (мощность, полоса частот, уровень шумов, массогабаритные показатели). Обзор алгоритмов оптимизации: от классических градиентных методов до эволюционных и поисковых алгоритмов. Многокритериальная оптимизация.	5	ПК-3
	Итого	5	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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
1 семестр			
1 Основы методологии и верификации математических моделей РТС	Анализ адекватности и оценка погрешностей при численном моделировании радиотехнических цепей.	4	ОПК-4
	Многокритериальная параметрическая оптимизация характеристик радиотехнического устройства	4	ПК-3
	Итого	8	
2 Моделирование и идентификация параметров радиотехнических устройств	Идентификация параметров и построение аппроксимирующих моделей активных компонентов РТС.	5	ПК-3
	Итого	5	
3 Статистическое имитационное моделирование систем в условиях помех	Имитационное моделирование радиоканала и оценка вероятностных характеристик методом статистических испытаний (Монте-Карло)	5	ОПК-4
	Итого	5	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

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
1 семестр				
1 Основы методологии и верификации математических моделей РТС	Подготовка к зачету с оценкой	9	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	9	ПК-3	Тестирование
	Итого	18		

2 Моделирование и идентификация параметров радиотехнических устройств	Подготовка к зачету с оценкой	9	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	9	ПК-3	Тестирование
	Итого	18		
3 Статистическое имитационное моделирование систем в условиях помех	Подготовка к зачету с оценкой	9	ОПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	9	ОПК-4	Тестирование
	Итого	18		
4 Алгоритмы оптимизации и синтеза параметров радиотехнических систем	Подготовка к зачету с оценкой	9	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	9	ПК-3	Тестирование
	Итого	18		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

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

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОПК-4	+	+	+	Зачёт с оценкой, Тестирование
ПК-3	+	+	+	Зачёт с оценкой, Тестирование

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
1 семестр				
Зачёт с оценкой	15	15	20	50
Тестирование	15	15	20	50
Итого максимум за период	30	30	40	100
Нарастающим итогом	30	60	100	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
$\geq 90\%$ 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)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	E (посредственно)
	60 – 64	
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Учебное пособие / А. А. Гельцер - 2013. 99 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2947>.

7.2. Дополнительная литература

1. Монаков, А. А. Математическое моделирование радиотехнических систем : учебное пособие / А. А. Монаков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 148 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168953>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Методические указания к самостоятельной работе / Б. И. Авдоченко - 2016. 27 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6393>.

2. Математические основы теории систем: Учебное пособие / А. Г. Карпов - 2013. 318 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6242>.

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

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

Учебно-научная лаборатория микроэлектроники и фотоники: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 226/2 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Панель интерактивная со встраиваемым ПК

Анализатор спектра DSA832E. Rigol 3 шт.

Анализатор цепей векторный S50180, Планар

Источник – измеритель B2902B, Keysight Technologies

Источник питания постоянного тока DP831A. Rigol 3 шт.

Монитор 27" 3 шт.

Монитор MSI 27" Pro MP271 3 шт.

МФУ лазерное

Ноутбук 15.6 3 шт.

Системный блок 1 4 шт.

Стенд исследовательский для измерения базовых величин и характеристики оптический

Стол рабочий CP-14-7 в сборке 1 5 шт

- Комплект специализированной учебной мебели;

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;

- Microsoft Windows 10 Pro;

- PTC Mathcad 14;

8.3. 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;

- 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.

8.4. 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 Основы методологии и верификации математических моделей РТС	ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Моделирование и идентификация параметров радиотехнических устройств	ОПК-4, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Статистическое имитационное моделирование систем в условиях помех	ОПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Алгоритмы оптимизации и синтеза параметров радиотехнических систем	ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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
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. Какая математическая модель называется адекватной?
 - А) Та, которая максимально точно описывает все физические процессы в объекте.
 - Б) Та, которая отражает существенные свойства объекта с точностью, достаточной для решения конкретной инженерной задачи.
 - В) Та, которая реализована на языке программирования высокого уровня.
2. Для чего используется метод Монте-Карло в радиотехнике?
 - А) Для автоматизированной разводки печатных плат.
 - Б) Для оценки вероятностных характеристик систем (например, вероятности ошибки BER) путем многократных испытаний со случайными данными.
 - В) Для решения линейных уравнений Кирхгофа.
3. Что такое «идентификация параметров» математической модели?
 - А) Процесс присвоения уникального имени файлу модели.
 - Б) Процесс определения численных значений параметров модели на основе экспериментальных данных или технических характеристик реального устройства.
 - В) Визуализация структурной схемы устройства.
4. В чем заключается основное отличие имитационного моделирования от аналитического?
 - А) Имитационное моделирование всегда дает абсолютно точный результат.
 - Б) Аналитическое моделирование воспроизводит поведение системы во времени, а имитационное — только в виде формул.
 - В) Имитационное моделирование воспроизводит функционирование системы путем выполнения алгоритма, описывающего поведение её элементов, а аналитическое дает результат в виде явных математических зависимостей.
5. Какой из методов оптимизации лучше подходит для поиска глобального экстремума функции с множеством локальных минимумов?
 - А) Метод наискорейшего спуска (градиентный).
 - Б) Генетический алгоритм (эволюционный метод).
 - В) Метод Ньютона.
6. Что определяет «целевая функция» в задачах оптимизации РТС?
 - А) Математическое выражение критерия эффективности, значение которого необходимо минимизировать или максимизировать.
 - Б) Перечень всех входных сигналов системы.
 - В) Программный код, отвечающий за интерфейс пользователя.
7. При моделировании каких устройств чаще всего используется аппарат S-параметров?
 - А) Низкочастотных операционных усилителей.
 - Б) СВЧ-устройств и антенно-фидерных трактов.
 - В) Цифровых логических схем.
8. Что такое «жесткая» система дифференциальных уравнений в контексте моделирования?
 - А) Система, не имеющая решения.
 - Б) Система, в которой процессы протекают с сильно различающимися скоростями (постоянными времени), что требует малого шага интегрирования.
 - В) Система, описывающая механическую прочность корпуса устройства.
9. Для чего проводится анализ чувствительности модели?
 - А) Для определения того, как малые изменения параметров компонентов влияют на выходные характеристики системы.
 - Б) Для защиты модели от несанкционированного доступа.
 - В) Для измерения температуры нагрева компонентов.
10. Что понимается под «Цифровым двойником» в современной инженерии?
 - А) Просто копия принципиальной схемы в формате PDF.
 - Б) Виртуальный прототип изделия, синхронизированный с реальным объектом и способный предсказывать его состояние на всех этапах жизненного цикла.
 - В) Резервная копия базы данных проекта.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Иерархический подход к моделированию РТС. Опишите уровни моделирования (от уровня физических процессов в полупроводниках до системного уровня) и требования к

моделям на каждом этапе проектирования.

2. Методология верификации моделей. Какими методами оценивается адекватность и точность созданной математической модели? Приведите примеры сопоставления результатов моделирования с натурным экспериментом.
3. Математическое описание нелинейных устройств. Особенности моделирования усилителей и смесителей. Понятие нелинейных искажений (интермодуляция, компрессия) и способы их учета в математических моделях.
4. Статистический анализ в проектировании систем связи. Как с помощью моделирования оценивается помехоустойчивость современных методов модуляции в каналах с многолучевым распространением и замираниями?
5. Многокритериальная оптимизация в инженерных задачах. Проблема выбора «компромиссного» решения (граница Парето) при проектировании РТС (например, баланс между мощностью передатчика, массой устройства и дальностью связи).

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 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 процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 3 от «21» 10 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4- 9a8a-4ff4e15b36fe
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4- 9a8a-4ff4e15b36fe
Начальник учебного управления	Г.А. Цой	Согласовано, 8a5745e4-63a0-4946- bbb0-ce4977ac113e

ЭКСПЕРТЫ:

Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	А.В. Жечева	Согласовано, 10222954-0bcd-4026- 99f7-5b18919a1928
Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	В.Ю. Цибульникова	Согласовано, bbc9013e-1509-4582- b986-4eb4b832138c

РАЗРАБОТАНО:

Ассистент, каф. СВЧиКР	М.С. Мурманский	Разработано, c5a614f1-f09a-4f5c- 9a2e-2766158e65a3
Доцент, каф. СВЧиКР	Е. Жечев	Разработано, 965eaa31-3663-4771- 9257-b32c8d7ceb1c