

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

МИРОВЫЕ ТРЕНДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль) / специализация: **Инфокоммуникационные технологии, системы связи и Интернет вещей**

Форма обучения: **очная**

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

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

Курс: **1**

Семестр: **1, 2**

Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	2 семестр	Всего	Единицы
Практические занятия	18	18	36	часов
Самостоятельная работа	54	90	144	часов
Общая трудоемкость	72	108	180	часов
(включая промежуточную аттестацию)	2	3	5	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет	1
Зачет с оценкой	2

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 № 85665

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. сформировать у студентов целостное представление о современных мировых трендах исследований и разработок, развить навыки анализа научно-технического прогресса и применения передовых разработок в профессиональной деятельности.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить ключевые направления развития исследований и разработок.
2. Освоить методы поиска, анализа и систематизации научно-технической информации.
3. Научиться оценивать перспективность новых технологий и их применимость в своей предметной области.
4. Сформировать понимание межкультурных аспектов международного научного сотрудничества.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Проектный модуль.

Индекс дисциплины: Б1.О.01.05.

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		

УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1. Знает принципы построения устного и письменного высказывания на русском и иностранном(ых) языках, правила и закономерности деловой устной и письменной коммуникации	1. Знает правила академического письма на русском и английском языках; 2. Знает общие правила оформления научных публикаций и презентаций.
	УК-4.2. Имеет представление об особенностях устной и письменной коммуникации в соответствии с различными стилями, жанрами и формами делового общения	1. Имеет представление об особенностях деловой переписки в научно-технической сфере; 2. Имеет представление о принципах принципах коммуникации в области научных интересов.
	УК-4.3. Умеет составлять собственные устные и письменные высказывания на русском и иностранном(ых) языках в соответствии с речевыми ситуациями, наиболее востребованными в рамках академической и профессиональной направленности; умеет выбирать коммуникативно приемлемые стили делового общения, вербальные и невербальные средства коммуникации	1. Умеет составлять научные тексты на русском и английском языках; 2. Умеет готовить презентации о результатах научных исследований.
	УК-4.4. Владеет навыками применения информационно-коммуникационных технологий для осуществления деловой коммуникации на русском и иностранном(ых) языке(ах) в письменной и устной форме; владеет широким словарным запасом, достаточным для осуществления деловой коммуникации в рамках академической и профессиональной направленности; владеет навыками чтения и перевода информации на иностранном(ых) языке(ах) академической и профессиональной направленности	1. Владеет навыками академического письма на английском языке (аннотации, тезисы, статьи); 2. Владеет навыками публичных выступлений с использованием современных коммуникационных технологий.

УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1. Знает особенности культуры народов России и основных мировых цивилизаций, особенности мировых религий, правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия	1. Знает культурные особенности научных сообществ разных стран; 2. Знает традиции академического общения в различных культурах.
	УК-5.2. Умеет учитывать национальные, этнокультурные и конфессиональные особенности межкультурного взаимодействия	1. Умеет учитывать культурные различия при взаимодействии с зарубежными коллегами; 2. Умеет представлять отечественные научные достижения на международных конференциях.
	УК-5.3. Владеет навыками общения в условиях культурного многообразия с соблюдением этических поведенческих норм	1. Владеет навыками межкультурной коммуникации в академической среде; 2. Владеет навыками взаимодействия в международных научных коллективах.
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы, основы математического моделирования и законы логики	1. Знает основные направления научных исследований в России и за рубежом; 2. Знает методы выявления и анализа научно-технических проблем
	ОПК-1.2. Умеет выявлять и формулировать проблемы и противоречия на естественнонаучном уровне, формулировать пути их решения, применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	1. Умеет анализировать современные научные достижения с точки зрения их применимости в предметной области; 2. Умеет оценивать эффективность предложенных решений.
	ОПК-1.3. Владеет навыками использования системного подхода для решения задач профильной предметной области	1. Владеет навыками критического анализа научных публикаций и технических решений; 2. Владеет навыками формулировки научно обоснованных выводов.

ОПК-3. Способен приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению задач своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности	1. Знает принципы построения и функционирования локальных и глобальных сетей, базовые протоколы и архитектуру Интернета; 2. Знает типовые классы прикладного ПО, применяемого в профессиональной сфере (CAD, CAE, PDM, системы моделирования, средства анализа данных и т. п.).
	ОПК-3.2. Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций для эффективного поиска информации из своей предметной области	1. Умеет использовать методы поиска научно-технической информации в профильных базах данных и электронных библиотеках (IEEE Xplore, ScienceDirect, eLIBRARY, КиберЛенинка и др.), применяет расширенные операторы поиска, фильтры по дате, типу публикации и цитируемости; 2. Умеет использовать принципы критической оценки достоверности источников, проверки актуальности и релевантности найденной информации применительно к решаемой задаче
	ОПК-3.3. Владеет методами научно-технического творчества, способами генерации новых идей и подходов для решения профессиональных задач	1. Владеет методами научно-технического творчества (мозговой штурм, морфологический анализ, ТРИЗ, SCAMPER и др.) для поиска нестандартных решений профессиональных задач; 2. Владеет методами аргументированного выбора наиболее перспективного подхода, демонстрируя способность к креативному мышлению и адаптации известных методов к новым условиям.
Профессиональные компетенции		

ПК-3. Способен использовать современные достижения науки и передовые технологии в профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знает современные подходы к исследованию и разработке объектов профессиональной деятельности	1. Знает современные методологии исследования и разработки (системный подход, модельно-ориентированное проектирование, цифровые двойники и т. д.); 2. Знает типовые этапы жизненного цикла объекта (от ТЗ до внедрения и сопровождения), современные тенденции и лучшие практики в предметной области.
	ПК-3.2. Умеет проводить исследование и разработку с использованием современных достижений науки и передовых технологий при решении задач профессиональной деятельности	1. Умеет применять методы исследования/разработки, опираясь на актуальные научные достижения и передовые технологии (включая цифровые инструменты, новые материалы, методы контроля и т. п.); 2. Умеет обоснованно выбирать методы и средства для решения задачи, опираясь на анализ литературы и технических возможностей;
	ПК-3.3. Владеет современными технологиями проектирования объектов профессиональной деятельности	1. Владеет современными технологиями проектирования (3D-моделирование, параметрическое проектирование, мультифизическое моделирование, имитационное моделирование, работа в PLM-среде и т. п.) для создания и оптимизации объектов профессиональной деятельности; 2. Владеет цифровыми инструментами на разных стадиях проектирования (концепция, эскизный проект, рабочая документация, валидация).

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 5 зачетных единиц, 180 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	2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	18	18
Практические занятия	36	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	144	54	90
Подготовка к зачету	18	18	
Подготовка к тестированию	90	36	54
Подготовка к зачету с оценкой	36		36
Общая трудоемкость (в часах)	180	72	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	2	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	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр				
1 Освоение новых частотных диапазонов: миллиметровые волны и терагерцовый спектр	4	9	13	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
2 Мировой рынок микроэлектроники и телекоммуникаций: прогнозы и стратегии	2	9	11	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
3 Фотоника и оптоэлектроника в системах связи: фотонные интегральные схемы	4	9	13	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
4 Цифровые двойники радиоэлектронных устройств и систем	2	9	11	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
5 Интеллектуальные отражающие поверхности (RIS) и программируемые метаматериалы	2	9	11	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
6 Квантовые технологии в приборостроении и связи: от теории к прототипам	4	9	13	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
Итого за семестр	18	54	72	
2 семестр				
7 Спутниковые сети и высотные платформы для глобального покрытия	2	15	17	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
8 Широкополосные полупроводниковые материалы: GaN, GaAs	4	15	19	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
9 СВЧ- и оптическая микроэлектроника: новые горизонты	4	15	19	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
10 Аддитивные технологии в радиоэлектронике: 3D-печать устройств СВЧ	4	15	19	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
11 ИИ-алгоритмы для многокритериального синтеза пассивных СВЧ-устройств	2	15	17	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
12 Искусственный интеллект в радиочастотной инженерии: новый инструментарий	2	15	17	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
Итого за семестр	18	90	108	
Итого	36	144	180	

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 Освоение новых частотных диапазонов: миллиметровые волны и терагерцовый спектр	Физические основы распространения сигналов в диапазонах мм-волн и суб-ТГц. Перспективные частотные диапазоны для 6G. Переход от вопросов «возможно ли» к вопросам промышленной применимости, серийной производительности и эффективности.	-	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
	Итого	-	
2 Мировой рынок микроэлектроники и телекоммуникаций: прогнозы и стратегии	Анализ текущего состояния и прогнозы развития мирового рынка микроэлектроники. Ключевые драйверы: вычислительная техника и телекоммуникационное оборудование. Тренд тотальной роботизации и распределённых систем управления. Стратегии технологического лидерства и коммерциализации разработок.	-	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
	Итого	-	
3 Фотоника и оптоэлектроника в системах связи: фотонные интегральные схемы	Переход от электронных к фотон-электронным системам. Принципы работы и преимущества фотонных интегральных схем. Прорывные результаты 2025 года: сверхширокополосные фотон-электронные чипы для связи	-	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
	Итого	-	
4 Цифровые двойники радиоэлектронных устройств и систем	Концепция цифрового двойника в проектировании и эксплуатации РЭС. Создание виртуальных прототипов для ускорения разработки. Прогнозирование отказов и управление жизненным циклом изделия. Интеграция цифровых двойников с системами автоматизированного проектирования.	-	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
	Итого	-	
5 Интеллектуальные отражающие поверхности (RIS) и программируемые метаматериалы	Физические принципы работы реконфигурируемых интеллектуальных поверхностей. Управляемые метаповерхности для улучшения покрытия и качества сигнала в сетях 5G/6G. Самоуправляемые RIS на основе оптического голографического подхода. Применение RIS в городской инфраструктуре.	-	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
	Итого	-	

6 Квантовые технологии в приборостроении и связи: от теории к прототипам	Квантовые сенсоры и эталоны частоты для систем синхронизации. Квантовое распределение ключей для защищённых каналов связи. Квантовые вычисления для решения задач оптимизации в радиоэлектронике	-	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
	Итого	-	
Итого за семестр			
Итого за семестр			
2 семестр			
7 Спутниковые сети и высотные платформы для глобального покрытия	Развитие спутниковых систем связи негеостационарных орбит. Высотные платформы как элемент инфраструктуры 6G. Интеграция спутниковых и наземных сетей. Тренды в области радиосвязи и позиционирования в космосе. Отечественные решения в области спутниковой связи.	-	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
	Итого	-	
8 Широкополосные полупроводниковые материалы: GaN, GaAs	Физические свойства и преимущества широкозонных полупроводников для СВЧ-электроники. Применение GaN и GaAs в мощных усилителях и высокотемпературной электронике. Перспективные материалы для устройств следующего поколения. Влияние материалов на энергоэффективность и надёжность систем.	-	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
	Итого	-	
9 СВЧ- и оптическая микроэлектроника: новые горизонты	Современные достижения в проектировании СВЧ-интегральных схем. КМОП технологии для генераторов, управляемых напряжением, в беспроводных системах нового поколения. Оптическая микроэлектроника и её роль в высокоскоростной передаче данных. Тенденции миниатюризации и повышения частотных характеристик.	-	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
	Итого	-	
10 Аддитивные технологии в радиоэлектронике: 3D-печать устройств СВЧ	Применение 3D-печати для создания антенн, волноводов и корпусов РЭС. Прототипирование и мелкосерийное производство. Материалы для аддитивного производства СВЧ-устройств.	-	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
	Итого	-	

11 ИИ-алгоритмы для многокритериального синтеза пассивных СВЧ-устройств	Применение методов машинного обучения для проектирования СВЧ-устройств. Разработка ИИ-алгоритмов для многокритериального синтеза пассивных СВЧ-устройств. Платформы для статистического анализа характеристик устройств.	-	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
	Итого	-	
12 Искусственный интеллект в радиочастотной инженерии: новый инструментарий	Революция в подходах к проектированию: от интуиции инженера к ИИ помощникам. Применение ИИ и машинного обучения при моделировании, оптимизации, автоматизации измерений и калибровке	-	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		-	

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 Освоение новых частотных диапазонов: миллиметровые волны и терагерцовый спектр	Физические основы распространения сигналов в диапазонах мм-волн и суб-ТГц. Перспективные частотные диапазоны для 6G. Переход от вопросов «возможно ли» к вопросам промышленной применимости, серийной производительности и эффективности.	4	ОПК-1, УК-4, УК-5
	Итого	4	
2 Мировой рынок микроэлектроники и телекоммуникаций: прогнозы и стратегии	Анализ текущего состояния и прогнозы развития мирового рынка микроэлектроники. Ключевые драйверы: вычислительная техника и телекоммуникационное оборудование. Тренд тотальной роботизации и распределённых систем управления. Стратегии технологического лидерства и коммерциализации разработок.	2	ОПК-1, УК-4, УК-5
	Итого	2	

3 Фотоника и оптоэлектроника в системах связи: фотонные интегральные схемы	Переход от электронных к фотон-электронным системам. Принципы работы и преимущества фотонных интегральных схем. Прорывные результаты 2025 года: сверхширокополосные фотон-электронные чипы для связи	4	ОПК-1, УК-4, УК-5
	Итого	4	
4 Цифровые двойники радиоэлектронных устройств и систем	Концепция цифрового двойника в проектировании и эксплуатации РЭС. Создание виртуальных прототипов для ускорения разработки. Прогнозирование отказов и управление жизненным циклом изделия. Интеграция цифровых двойников с системами автоматизированного проектирования.	2	ОПК-1, УК-4, УК-5
	Итого	2	
5 Интеллектуальные отражающие поверхности (RIS) и программируемые метаматериалы	Физические принципы работы реконфигурируемых интеллектуальных поверхностей. Управляемые метаповерхности для улучшения покрытия и качества сигнала в сетях 5G/6G. Самоуправляемые RIS на основе оптического голографического подхода. Применение RIS в городской инфраструктуре.	2	ОПК-1, УК-4, УК-5
	Итого	2	
6 Квантовые технологии в приборостроении и связи: от теории к прототипам	Квантовые сенсоры и эталоны частоты для систем синхронизации. Квантовое распределение ключей для защищённых каналов связи. Квантовые вычисления для решения задач оптимизации в радиоэлектронике	4	ОПК-1, УК-4, УК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
2 семестр			
7 Спутниковые сети и высотные платформы для глобального покрытия	Развитие спутниковых систем связи негеостационарных орбит. Высотные платформы как элемент инфраструктуры 6G. Интеграция спутниковых и наземных сетей. Тренды в области радиосвязи и позиционирования в космосе. Отечественные решения в области спутниковой связи.	2	ОПК-1, УК-4, УК-5
	Итого	2	

8 Широкополосные полупроводниковые материалы: GaN, GaAs	Физические свойства и преимущества широкозонных полупроводников для СВЧ-электроники. Применение GaN и GaAs в мощных усилителях и высокотемпературной электронике. Перспективные материалы для устройств следующего поколения. Влияние материалов на энергоэффективность и надёжность систем.	4	ОПК-1, УК-4, УК-5
	Итого	4	
9 СВЧ- и оптическая микроэлектроника: новые горизонты	Современные достижения в проектировании СВЧ-интегральных схем. КМОП технологии для генераторов, управляемых напряжением, в беспроводных системах нового поколения. Оптическая микроэлектроника и её роль в высокоскоростной передаче данных. Тенденции миниатюризации и повышения частотных характеристик.	4	ОПК-1, УК-4, УК-5
	Итого	4	
10 Аддитивные технологии в радиоэлектронике: 3D-печать устройств СВЧ	Применение 3D-печати для создания антенн, волноводов и корпусов РЭС. Прототипирование и мелкосерийное производство. Материалы для аддитивного производства СВЧ-устройств.	4	ОПК-1, УК-4, УК-5
	Итого	4	
11 ИИ-алгоритмы для многокритериального синтеза пассивных СВЧ-устройств	Применение методов машинного обучения для проектирования СВЧ-устройств. Разработка ИИ-алгоритмов для многокритериального синтеза пассивных СВЧ-устройств. Платформы для статистического анализа характеристик устройств.	2	ОПК-1, УК-4, УК-5
	Итого	2	
12 Искусственный интеллект в радиочастотной инженерии: новый инструментарий	Революция в подходах к проектированию: от интуиции инженера к ИИ помощникам. Применение ИИ и машинного обучения при моделировании, оптимизации, автоматизации измерений и калибровке	2	ОПК-1, УК-4, УК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		36	

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 Освоение новых частотных диапазонов: миллиметровые волны и терагерцовый спектр	Подготовка к зачету	3	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Тестирование
	Итого	9		
2 Мировой рынок микроэлектроники и телекоммуникаций: прогнозы и стратегии	Подготовка к зачету	3	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Тестирование
	Итого	9		
3 Фотоника и оптоэлектроника в системах связи: фотонные интегральные схемы	Подготовка к зачету	3	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Тестирование
	Итого	9		
4 Цифровые двойники радиоэлектронных устройств и систем	Подготовка к зачету	3	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Тестирование
	Итого	9		
5 Интеллектуальные отражающие поверхности (RIS) и программируемые метаматериалы	Подготовка к зачету	3	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Тестирование
	Итого	9		
6 Квантовые технологии в приборостроении и связи: от теории к прототипам	Подготовка к зачету	3	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт
	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Тестирование
	Итого	9		
Итого за семестр		54		
2 семестр				

7 Спутниковые сети и высотные платформы для глобального покрытия	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	9	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Тестирование
	Итого	15		
8 Широкополосные полупроводниковые материалы: GaN, GaAs	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	9	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Тестирование
	Итого	15		
9 СВЧ- и оптическая микроэлектроника: новые горизонты	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	9	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Тестирование
	Итого	15		
10 Аддитивные технологии в радиоэлектронике: 3D-печать устройств СВЧ	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	9	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Тестирование
	Итого	15		
11 ИИ-алгоритмы для многокритериального синтеза пассивных СВЧ-устройств	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	9	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Тестирование
	Итого	15		
12 Искусственный интеллект в радиочастотной инженерии: новый инструментарий	Подготовка к зачету с оценкой	6	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	9	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Тестирование
	Итого	15		
Итого за семестр		90		
Итого		144		

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
	Прак. зан.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	Зачёт, Зачёт с оценкой, Тестирование
ОПК-3		+	Зачёт, Зачёт с оценкой, Тестирование
ПК-3		+	Зачёт, Зачёт с оценкой, Тестирование
УК-4	+	+	Зачёт, Зачёт с оценкой, Тестирование
УК-5	+	+	Зачёт, 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	20	20	30	70
Тестирование	10	10	10	30
Итого максимум за период	30	30	40	100
Нарастающим итогом	30	60	100	100
2 семестр				
Зачёт с оценкой	20	20	30	70
Тестирование	10	10	10	30
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
≥ 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. Баланов, А. Н. Машинное обучение и искусственный интеллект : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 172 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/513580>.

2. Моргунов, Р. Б. Физические основы квантовых вычислений : учебное пособие / Р. Б. Моргунов, О. В. Коплак, О. С. Дмитриев. — Тамбов : ТГТУ, 2017. — 98 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/319688>.

3. Белоусов, Ю. И. Инфракрасная фотоника / Ю. И. Белоусов, Е. С. Постников. — 2-е изд., стер. (полноцветная печать). — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 340 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/309734>.

4. Туев, В. И. Аддитивные технологии производства устройств радиоэлектроники : учебное пособие / В. И. Туев. — Москва : ТУСУР, 2020. — 90 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/313322>.

7.2. Дополнительная литература

1. Казаков, Ю. В. Системный подход к научно-исследовательской работе : учебное пособие / Ю. В. Казаков. — Тольятти : ТГУ, 2010. — 68 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/139737>.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Академическое письмо. От исследования к тексту : учебник и практикум для вузов / Ю. М. Кувшинская, Н. А. Зевахина, Я. Э. Ахапкина, Е. И. Гордиенко ; под редакцией Ю. М. Кувшинской. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 284 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/516638>.

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 практических занятий

Лекторий: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского 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, 229/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Панель интерактивная Lumien со встраиваемым ПК

- Комплект специализированной учебной мебели;
 - Рабочее место преподавателя.
- Программное обеспечение:
- Microsoft Windows 10 Pro;
 - Smath Studio Desktop 0.98;

8.2. 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.

8.3. 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 Освоение новых частотных диапазонов: миллиметровые волны и терагерцовый спектр	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Мировой рынок микроэлектроники и телекоммуникаций: прогнозы и стратегии	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Фотоника и оптоэлектроника в системах связи: фотонные интегральные схемы	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Цифровые двойники радиоэлектронных устройств и систем	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Интеллектуальные отражающие поверхности (RIS) и программируемые метаматериалы	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Квантовые технологии в приборостроении и связи: от теории к прототипам	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Спутниковые сети и высотные платформы для глобального покрытия	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Широкополосные полупроводниковые материалы: GaN, GaAs	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 СВЧ- и оптическая микроэлектроника: новые горизонты	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
10 Аддитивные технологии в радиоэлектронике: 3D-печать устройств СВЧ	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
11 ИИ-алгоритмы для многокритериального синтеза пассивных СВЧ-устройств	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
12 Искусственный интеллект в радиочастотной инженерии: новый инструментарий	ОПК-1, ОПК-3, ПК-3, УК-4, УК-5	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

- В каком частотном диапазоне работают системы, использующие миллиметровые волны?
 - 300 МГц–3 ГГц
 - 3 ГГц–30 ГГц
 - 30 ГГц–300 ГГц
 - 300 ГГц–3 ТГц
- Какое ключевое преимущество фотонных интегральных схем (ФИС) перед традиционными электронными схемами?
 - Более низкая стоимость производства
 - Меньшее энергопотребление и более высокая скорость передачи данных
 - Устойчивость к электромагнитным помехам
 - Простота интеграции с механическими компонентами
- Что лежит в основе работы квантовых коммуникационных систем?
 - Эффект сверхпроводимости
 - Квантовая запутанность и принцип неопределённости
 - Явление фотоэлектрического эффекта
 - Эффект Доплера
- Что такое цифровой двойник радиоэлектронного устройства?
 - Его точная физическая копия
 - Виртуальная модель, воспроизводящая поведение реального устройства в реальном времени
 - Программа для моделирования отдельных компонентов
 - База данных с техническими характеристиками
- Какую функцию выполняют интеллектуальные отражающие поверхности (RIS)?
 - Генерируют радиосигналы
 - Активно усиливают сигнал
 - Динамически изменяют фазу и амплитуду отражённого сигнала для оптимизации покрытия
 - Преобразуют радиочастотную энергию в электрическую
- Какой фактор является ключевым для роста мирового рынка микроэлектроники в ближайшие 5 лет?
 - Снижение спроса на потребительскую электронику
 - Развитие 5G/6G, IoT и искусственного интеллекта
 - Сокращение инвестиций в НИОКР
 - Стабилизация цен на кремний
- Какое преимущество СВЧ-микроэлектроники перед традиционной электроникой?
 - Возможность работы на высоких частотах и обеспечение широкой полосы пропускания
 - Более низкая рабочая температура
 - Меньшая чувствительность к радиации
 - Упрощённая технология производства
- Какой широкополосный полупроводниковый материал обладает высокой подвижностью электронов и используется в СВЧ-транзисторах?
 - Кремний (Si)
 - Арсенид галлия (GaAs)
 - Германий (Ge)
 - Оксид цинка (ZnO)
- Какое основное преимущество аддитивных технологий (3D-печати) в радиоэлектронике?
 - Полное отсутствие необходимости в постобработке
 - Возможность создания сложных трёхмерных структур и интегральных компонентов

- в. Более высокая прочность по сравнению с литьём
 - г. Низкая стоимость материалов
10. Что обеспечивают высотные платформы (HAPS) в спутниковых сетях?
 - а. Замену геостационарных спутников
 - б. Локальное покрытие и ретрансляцию сигнала в труднодоступных районах
 - в. Прямую связь с подводными объектами
 - г. Работу исключительно в миллиметровом диапазоне
 11. Какую задачу решают ИИ-алгоритмы при многокритериальном синтезе СВЧ-устройств?
 - а. Автоматическое создание чертежей корпуса
 - б. Оптимизацию параметров (размер, КПД, полоса пропускания) с учётом множества противоречивых требований
 - в. Прогнозирование срока службы компонентов
 - г. Расчёт стоимости производства
 12. Как ИИ применяется в радиочастотной инженерии для диагностики неисправностей?
 - а. Путём визуального осмотра компонентов
 - б. С помощью анализа паттернов сигналов и выявления аномалий
 - в. Через замену всех аналоговых компонентов на цифровые
 - г. Автоматическим изменением рабочей частоты
 13. Какой терагерцовый диапазон (ТГц) наиболее перспективен для систем связи следующего поколения?
 - а. 0,1–1 ТГц
 - б. 0,3–3 ТГц
 - в. 10–100 ТГц
 - г. 100–1000 ТГц
 14. Что является основным ограничением при использовании терагерцового спектра для связи на большие расстояния?
 - а. Высокая стоимость оборудования
 - б. Сильное поглощение атмосферными газами (водяным паром, кислородом)
 - в. Низкая скорость передачи данных
 - г. Несовместимость с существующими стандартами
 15. Какая технология позволяет динамически изменять электромагнитные свойства материала для управления радиоволнами?
 - а. Нанолитография
 - б. Программируемые метаматериалы
 - в. Электрохимическое осаждение
 - г. Лазерная абляция

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Освоение миллиметровых волн: преимущества, ограничения и перспективы применения в системах связи 5G/6G.
2. Фотонные интегральные схемы: структура, компоненты и роль в развитии оптических коммуникаций.
3. Квантовые технологии в приборостроении: основные направления и примеры действующих прототипов.
4. Концепция цифровых двойников: определение, архитектура и применение в радиоэлектронике.
5. Интеллектуальные отражающие поверхности: принцип работы, архитектура и потенциальные сценарии использования.
6. Анализ текущего состояния и прогнозов развития мирового рынка микроэлектроники.
7. СВЧ- и оптическая микроэлектроника: ключевые инновации и их влияние на развитие телекоммуникаций.
8. Широкополосные полупроводниковые материалы: сравнительная характеристика GaN и GaAs, области применения.
9. Аддитивные технологии в радиоэлектронике: возможности 3D-печати СВЧ-устройств и её преимущества перед традиционными методами.
10. Спутниковые сети и высотные платформы: архитектура, технологии и роль в обеспечении

глобального покрытия.

9.1.3. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Миллиметровые волны и терагерцовый спектр: физические особенности диапазонов, технические вызовы и перспективные приложения.
2. Эволюция фотонных интегральных схем: от дискретных компонентов к комплексной интеграции, примеры реализации.
3. Квантовые технологии: принципы квантовой коммуникации, квантовые сенсоры и прототипы квантовых компьютеров.
4. Цифровые двойники радиоэлектронных систем: методология создания, этапы внедрения и примеры успешного применения в промышленности.
5. Интеллектуальные отражающие поверхности и программируемые метаматериалы: физические принципы, архитектура, сценарии развёртывания в сетях 5G/6G.
6. Мировой рынок микроэлектроники: анализ ключевых игроков, стратегических альянсов и геополитических факторов влияния.
7. СВЧ- и оптическая микроэлектроника: синергия технологий, новые материалы и компоненты, перспективы интеграции.
8. Широкополосные полупроводниковые материалы (GaN, GaAs): физико-химические свойства, технологические особенности производства и применение в СВЧ-электронике.
9. Аддитивные технологии в радиоэлектронике: методы 3D-печати, материалы для СВЧ-устройств, примеры прототипов и серийных изделий.
10. Спутниковые сети и высотные платформы (HAPS): архитектура систем, стандарты связи, сценарии глобального покрытия и экономические аспекты.
11. ИИ-алгоритмы для многокритериального синтеза пассивных СВЧ-устройств: методы оптимизации, примеры задач и результаты внедрения.
12. Искусственный интеллект в радиочастотной инженерии: инструменты машинного обучения для проектирования антенн, фильтров и других компонентов, примеры успешных кейсов.

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:

Заведующий кафедрой, каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, 89e0aaec-be8a-4f7b- bd1a-f43585db8135
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

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ТУ	Р.С. Суровцев	Разработано, f62e14b8-29e1-4d14- b2c7-477770f462ec
--------------------	---------------	--