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 (включая промежуточную аттестацию)	72	108	180	часов
	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		

Согласована на портале № 85665

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.

Согласована на портале № 85665

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 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.

Согласована на портале № 85665

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 достоверность 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 выбор анаиболее 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 исследования 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

Согласована на портале № 85665

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			

Согласована на портале № 85665

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	-	

Согласована на портале № 85665

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		-	
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	-	

Согласована на портале № 85665

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	

Согласована на портале № 85665

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	

Согласована на портале № 85665

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

Согласована на портале № 85665

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				

Согласована на портале № 85665

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

Согласована на портале № 85665

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	
	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. 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.

Согласована на портале № 85665

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

Согласована на портале № 85665

- 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)

Согласована на портале № 85665

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

Согласована на портале № 85665

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.

Согласована на портале № 85665

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

Согласована на портале № 85665

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. Путем 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

Согласована на портале № 85665

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.

Согласована на портале № 85665

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.

Согласована на портале № 85665

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

Согласована на портале № 85665