

Институт	Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ
Направление (код, наименование)	11.04.01 Радиотехника
Образовательная программа (Магистерская программа)	11.04.01/33.02 Инженерия радиоэлектронных средств и систем
Описание образовательной программы	<p>Основная профессиональная образовательная программа "11.04.01/33.02 - Инженерия радиоэлектронных средств и систем" направлена на подготовку инженерно - технических работников, обладающих компетенциями самостоятельного и креативного развития, разработки и сопровождения техники и технологий современной и перспективной радиоэлектроники.</p> <p>Программа ориентирует выпускников на активное участие и инициативу в прорывном развитии теории, техники и технологий радиоэлектроники, радиотехники и средств телекоммуникаций, изменение культуры производства, следование основным направлениям развития четвертой промышленной революции.</p> <p>Программа позволяет сформировать широкий набор компетенций в области разработки и сопровождения радиоэлектронных систем и комплексов, в том числе приобрести компетенции научных изысканий в данной сфере. В тоже время программа позволяет сосредоточиться в выбранном направлении обучения и получить глубокие знания и навыки. Программа имеет модульную структуру с широкими возможностями индивидуального выбора изучаемых дисциплин.</p> <p>В первом семестре студенты изучают предметы, формирующие и развивающие основные компетенции выпускника магистратуры (методы математического моделирования радиотехнических устройств и систем, особенности схемотехники современной радиоэлектроники, методы и средства цифровой обработки сигналов, радиотехнические системы передачи информации, требования электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, методы измерения характеристик радиоэлектронных устройств и систем). В этом же семестре определяется тематика персональных научных исследований.</p> <p>Начиная со второго семестра студенты выбирают приоритетные модули своего обучения. Предлагается выбор из следующих модулей: «Интеллектуальные информационные радиосистемы», «Беспроводные системы и технологии», «Конструирование и технологии электронных средств» и «Микроволновая техника и технология». Все модули связаны с направлениями научных исследований, проводимых в УрФУ, и позволяют ознакомиться с последними достижениями техники и технологий.</p> <p>На основе приоритетного выбора студенты имеют возможность изучать большое число модулей по своему усмотрению, позволяющих как получить дополнительные знания в выбранном направлении, так и знания из смежных областей. Часть модулей реализуется с участием зарубежных фирм, таких как Samsung и Huawei, с получением соответствующих сертификатов.</p> <p>Особое внимание уделено цифровым технологиям радиоэлектроники от разработки микропроцессоров и микросхем, алгоритмов их функционирования до протоколов взаимодействия на системном уровне.</p> <p>Студенты с использованием современной измерительной техники ведущих фирм мира Keysight Technologies, Rohde Schwarz, Anritsu, Tektronix выполняют лабораторные работы, ведут научные исследования, работают над собственными проектами.</p> <p>Программное обеспечение ведущих разработчиков, таких как Cadence, AWR Design Environment, ANSYS HFSS, Savant, Advanced Desing System Keysight доступно из личного кабинета студента из любой точки мира.</p> <p>В течение всего периода обучения студенты участвуют в реализации проектов по заказам фирм-партнеров, приобретая опыт командной работы и взаимодействия с заказчиками. Навыки представления результатов исследований, отстаивания своей точки зрения, умение аргументированно участвовать в дискуссии оттачиваются на научных семинарах.</p> <p>Полученные компетенции позволяют выпускникам магистратуры быть конкурентоспособными на рынке труда.</p>

№ пп	Наименования модулей	Аннотации модулей
1	Модули	
2	Обязательная часть	
3	Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем	Содержание модуля охватывает круг вопросов, связанных со сведениями о программных средствах исследования и проектирования радиотехнических устройств и систем, о системном подходе к разработке моделей и технологии компьютерного эксперимента. Его содержание позволит студентам овладеть необходимыми знаниями и умениями для успешного использования методов имитационного и расчётного моделирования, основ планирования машинного эксперимента в инженерной и научной деятельности.
4	Современные проблемы радиоэлектроники	Модуль состоит из двух дисциплин: «Современные проблемы радиоэлектроники (научный семинар)» и «Проектирование технических систем». В первой рассматриваются и обсуждаются результаты научных исследований магистрантов, выполняемых под руководством ведущих специалистов ИРИТ-РТФ и организаций – партнеров. Студенты приобретают опыт выступления перед аудиторией, умение отвечать на вопросы и вести дискуссию. Во второй дисциплине дается понятие технического объекта. Рассматриваются иерархия описания технических объектов, определяются критерии их развития и показатели качества, закономерности развития и жизненный цикл технических объектов. Обсуждаются основные этапы проектирования технического объекта. Рассматриваются технические противоречия и типовые приемы их разрешения. Даются основные понятия и определения научно-технического творчества, инновационной деятельности. Обсуждаются принципы управления инновационным процессом и руководства в инновационных командах. К лекциям и практическим занятиям привлекаются специалисты – разработчики современных радиоэлектронных систем.
5	Теория и техника измерений в радиоэлектронике	В модуле «Теория и техника измерений в радиоэлектронике» рассматриваются особенности выполнения измерений параметров сигналов и устройств в радиочастотном диапазоне. Студенты изучают измерительную аппаратуру (спектроанализаторы, измерители параметров электрических цепей, анализаторы сигналов, измерители мощности, в том числе мощности электромагнитного шума) и методику ее использования для корректных измерений. Рассматриваются методы измерения характеристик устройств в диапазоне сверхвысоких частот, в том числе параметров антенн. Полученные навыки актуальны для разработчиков радиотехнических устройств и систем, а также специалистов, эксплуатирующих устройства радиоэлектроники. Практические занятия проводятся на аппаратуре ведущих производителей, таких как Rohde-Schwarz, Keysight Technologies, Tektronix, Anritsu. Антенные измерения проводятся в безэховой камере EMC3 фирмы Rainford.
6	Философия и методология науки	Модуль «Философия и методология науки» состоит из одноименной дисциплины. Модуль направлен на формирование знаний о современном состоянии, основных тенденциях и проблемах научно-технического развития современного общества, понимания меры ответственности современного ученого и инженера за результаты внедрения научно-технических инноваций, а также развитие навыков анализа социокультурного контекста инженерной и проектной деятельности с целью поиска наиболее востребованных решений в сфере их профессиональной деятельности. В курсе «Философские проблемы науки и техники» в систематической форме дается представление об устройстве и основных тенденциях развития современной науки. Демонстрируется взаимосвязь науки с другими сферами человеческой деятельности, особенности взаимопроникновения современной науки и техники. Проводится последовательный анализ проблем научно-технического развития современного общества. Освоение курса предполагает развитие у студента методологической культуры мышления, профессиональной этики, помогает осмыслить социокультурные основания научно-технической деятельности.
7	Формируемая участниками образовательных отношений	
8	Автоматизированное проектирование высокочастотных устройств	Студенты знакомятся с основными проблемами, возникающими при проектировании высокочастотных устройств, и методами их решения с использованием САПР моделирования СВЧ-устройств. Изучают возможности моделирования в среде САПР, предназначенных для моделирования СВЧ устройств и расчета их характеристик. Освоение САПР моделирования СВЧ-

		<p>устройств позволяет студентам разрабатывать электрические схемы СВЧ-устройств, состоящие из сосредоточенных и распределённых элементов и электромагнитных структур, моделировать их одним из методов (линейное моделирование, одночастотный и многочастотный гармонический баланс, ряды Вольтера, электромагнитное моделирование), настраивать, оптимизировать электромагнитные структуры, используя экстракцию электромагнитных структур из элементов схемы или из топологии схемы. После получения результатов моделирования в САПР ВЧ-устройств полученные результаты студент передает информацию в САПР проектирования печатных плат или гибридных микросборок для создания конструкций плат, сочетающих как аналоговые высокочастотные, так и цифровые обрабатывающие микропроцессорные узлы. Изучение дисциплины способствует формированию информационной грамотности в области применения современных автоматизированных средств проектирования СВЧ-устройств и общепрофессиональных компетенций.</p>
9	Беспроводные сети нового поколения Wi-Fi 6	<p>Курс направлен на изучение основных принципов работы и функционирования беспроводных системы передачи данных нового поколения Wi-Fi 6. Материал курса позволяет, с одной стороны, понять базовые принципы и основы беспроводных систем передачи данных, а с другой стороны, углубить уже имеющиеся специальные навыки в работе с ними. В рамках модуля изучаются характеристики информационных сигналов, шумов, помех, каналов связи, условия распространения электромагнитных волн, антенно-фидерные устройства; особенности построения и поддержки локальный беспроводных сетей передачи данных, планирование сетей, моделирование сетей, прогнозирование работы сетей; основные положения стандарта IEEE 802.11 и в особенности IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6). Основной акцент делается на практико-ориентированное обучение. Результатом освоения дисциплины является способность развертывания и администрирования сети Wi-Fi 6. Курс реализуется в соответствии с программой сертификации Huawei HCIA.</p>
10	Беспроводные системы и технологии	<p>Модуль по выбору траектории состоит из трех дисциплин: «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем», «Современные технологии моделирования систем связи» и «Цифровые системы связи 4G и 5G». Дисциплина «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем» дает основы теоретической подготовки специалистов, работающих в области исследования, проектирования и эксплуатации систем связи, работающих на различных физических принципах. В дисциплине последовательно рассматриваются фундаментальные понятия и определения теории информации, принципы и методы ее хранения, кодирования, передачи по каналам связи, приема и декодирования в условиях воздействия мешающих факторов и помех. Рассматриваются методы построения сложных телекоммуникационных систем, работающих на принципах частотного, временного и кодового разделения каналов связи. При проектировании и разработке реальных систем связи особое значение имеют рассматриваемые вопросы электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем. Цифровые системы связи прочно вошли в современную жизнь, поскольку обеспечивают одну из важнейших потребностей человека — потребность в общении. Системы связи, предоставляющие абоненту только голосовую связь, постепенно уступают место более развитым и универсальным системам, лучше удовлетворяющим весь спектр человеческих потребностей. Фундаментальны различия между двумя последними поколениями цифровых коммуникаций – системами 4G и системами 5G. В содержание дисциплины «Цифровые системы связи 4G и 5G» входят структуры, принцип действия и особенности применения современных систем связи. В ходе освоения дисциплины «Современные технологии моделирования систем связи» студенты получают навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществления компьютерного моделирования устройств, систем связи и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ; осваиваются принципы системного подхода в моделировании систем связи. Изучаются инструментальные средства моделирования; общая характеристика методов и технологий моделирования; основы языков имитационного моделирования систем связи.</p>
11	Интеллектуальные информационные радиосистемы	<p>Модуль по выбору состоит из трех дисциплин: «Теория и техника радиолокации и радионавигации», «Радиоэлектронные системы дистанционного зондирования Земли» и «Радиолокационные датчики интеллектуальных информационных систем». Изучение дисциплины «Теория и техника радиолокации и радионавигации» нацелено на освоение принципов построения и работы радиоэлектронных систем и устройств, предназначенных для решения задач обзора пространства, поиска и обнаружения радиолокационных целей, определения собственных координат и управления движением летательных аппаратов. Основное внимание уделяется изучению методов одноканального и многоканального зондирования пространства, защиты от помех, обеспечения однозначности и высокой разрешающей способности по дальности, угловым координатам, скорости. Анализируются тенденции развития систем, приводятся примеры бортовых радиолокационных систем, их технических</p>

		<p>характеристик и особенностей построения. В дисциплине «Радиоэлектронные системы дистанционного зондирования Земли» рассматриваются физические основы дистанционного зондирования Земли в различных диапазонах электромагнитного излучения, принципы действия и характеристики современных оптико-электронных и радиолокационных систем авиационного и космического мониторинга. Особое внимание уделено принципам построения и методам обработки сигналов в радиолокаторах с синтезированной апертурой антенны. Изучаются методы и алгоритмы обработки изображений. Осваиваются основные приёмы работы со специализированными программно-инструментальными комплексами обработки данных дистанционного зондирования Земли: ENVI 4.X, ERDAS Imagine, ScanEx Image Processor, PhotoMOD RADAR. В заключении выполняется проект по модулю. В период освоения дисциплин, входящих в состав модуля, студентами разрабатывается проект, направленный на закрепление полученных знаний. В дисциплине «Радиолокационные датчики интеллектуальных информационных систем» рассматриваются основные принципы построения радиолокационных датчиков, применяемых в различных областях промышленности и хозяйственной деятельности; стандарты, определяющие принципы построения интеллектуальных датчиков; общепринятые стандарты реализации интерфейсов передачи данных и промышленных сетей передачи данных; актуальные устройства, используемые для построения радиолокационных датчиков.</p>
12	Интеллектуальные информационные технологии проектирования электронных средств	<p>Курс направлен на изучение основных принципов автоматизации сквозного цикла проектирования электронных устройств, включая: - Формирование базы данных радиоэлектронных компонентов, ее сопровождение и поддержание в актуальном состоянии; - Проектирование принципиальных электрических схем; - SPICE - моделирование работы аналоговых устройств; - Разработка конструкций печатных плат; - Размещение электронных компонентов, проектирование печатных проводников и межслойных переходов в соответствии с заданной электрической схемой и правилами проектирования структуры печатного монтажа; - Выпуск конструкторской документации в соответствии с ГОСТ; - подготовка производственной документации и технологических данных, необходимых для автоматизированных производственных линий.</p>
13	Качество и надежность электрорадиоизделий и радиоэлектронной аппаратуры специального назначения	<p>В модуле изучаются следующие вопросы: • классификация РЭА специального назначения (РЭА СН), условия ее применения, требования к стойкости внешних воздействующих факторов, определяемые комплексом стандартов "Климат" и "Мороз"; • особенности оценки качества и надежности ЭРИ и РЭА СН • системы обеспечения качества и надежности ЭРИ и РЭА СН на трех уровнях: изготовления ЭРИ; применения ЭРИ (изготовления и испытания РЭА); эксплуатации РЭА; • межотраслевая система управления качеством и надежностью ЭРИ СН; • ограничительные перечни ЭРИ СН; • моделирование и практические расчеты показателей надежности РЭА СН в системе АСОНИКА.</p>
14	Компьютерное многоуровневое моделирование радиоэлектронных средств	<p>Студенты приобретают навыки проектирования сложных радиоэлектронных устройств и комплексов с использованием современных программных средств. Решаются задачи оптимального проектирования с учетом различных системных параметров, а также возмущающих нормальную работу систем факторов. Рассматриваются методы интеграции схемотехнического, электродинамического и блочно-функционального уровня в едином проекте. Проекты выполняются во взаимодействии с предприятиями – партнерами.</p>
15	Конструирование и технологии электронных средств	<p>Модуль по выбору состоит из трех дисциплин: «Конструирование современных электронных средств», «Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств» и «Технологии поверхностного монтажа». Дисциплина «Конструирование современных электронных средств» знакомит студентов с процессом организации конструирования электронных средств, основными проблемами, возникающими при разработке конструкций современных электронных средств и их возможными решениями, видами работ, выполняемых в процессе конструирования. Модуль обеспечивает формирование углубленных знаний для решения задач • анализа исходных данных технического задания на проектирование электронных средств, • методов расчета технических параметров и конструирования несущих конструкций электронной аппаратуры, • конструирования современных многослойных высокоскоростных, высокочастотных и сверхвысокочастотных печатных плат с использованием дифференциальных, полосковых и микрополосковых линий связи, • разработки систем организации нормального теплового режима работы для теплонагруженных элементов, • конструкторских методов обеспечения электромагнитной совместимости электронных средств. В дисциплине «Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств» (ЭС) изучаются следующие вопросы: • Системные методы в конструировании и технологии ЭС. • Математические модели конструкций и технологических процессов ЭС. • Анализ точности и стабильности выходных параметров устройств и технологических процессов. • Задачи оптимизации в конструировании и</p>

		технологии ЭС. • Статистическое моделирование параметров конструкций и технологических процессов. • Анализ точности производства МПП. Практическое моделирование механических и тепловых воздействий на конструкции РЭА в системе АСОНИКА. Изучение модуля Конструирование современных электронных средств способствует формированию конструкторской грамотности и общепрофессиональных компетенций. В дисциплине «Технологии поверхностного монтажа» рассматриваются теоретические и практические вопросы технологии поверхностного монтажа – самого современного метода сборки узлов на печатных платах. Практические занятия проводятся на реальном специализированном оборудовании зарубежных фирм (Швейцарии, Германии, Словакии и др.), на котором студенты имеют возможность не только ознакомиться с его работой, но и собственными руками выполнить любую технологическую операцию.
16	Методы и средства цифровой обработки сигналов	Модуль состоит из одной дисциплины: «Методы и средства цифровой обработки сигналов». Целью дисциплины является изучение методов проектирования и моделирования работы цифровых устройств на базе микросхем программируемой логики (ПЛИС –FPGA), микроконтроллеров на базе ядра Cortex-M. Рассматриваются: • архитектура и интерфейсы современных высокоскоростных АЦП и ЦАП, • оптимальные структуры устройства для цифровой обработки сигналов, с минимальным энергопотреблением и требуемым быстродействием. При выполнении практических работ используется лабораторное оборудование и профессиональное программное обеспечение компаний Intel (Altera), AMD (Xilinx), NXP и Keil.
17	Микро и нанотехнологии производства электронных средств	При изучении модуля студенты знакомятся со следующими разделами. Изучают системный подход к процессам микро- и нанотехнологии. Знакомятся с необходимостью обеспечения производственной чистоты и гигиены в процессах микро- и нанотехнологии. Изучают физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии. Осваивают базовые технологические процессы микро- и нанотехнологии. Знакомятся со специальными операциями технологии микро- и наносистемной техники.
18	Микроволновая техника и технологии	Модуль по выбору состоит из трех дисциплин: «Микроволновые устройства радиоэлектронных систем», «Микроволновая электроника» и «Проектирование высокочастотных средств». Изучение модуля формирует у студентов знания и умения в области микроволновой техники и электроники, методов измерения их характеристик, а также навыки их проектирования, моделирования и анализа в соответствующих программных средах. Модуль состоит из двух дисциплин. В дисциплине «Микроволновые устройства радиоэлектронных систем» студенты знакомятся с классификацией и принципами работы микроволновых устройств различной степени сложности, системами автоматизированного проектирования СВЧ техники, основными технологическими особенностями устройств и систем микроволнового диапазона. В дисциплине «Проектирование высокочастотных средств» студенты знакомятся с основами проектирования высокочастотных устройств, состоящих из различных блоков: антенн, передатчиков, приемников и т.д., приобретают первичные навыки проектирования радиоканалов связи, в том числе с учетом особенностей распространения радиоволн. В период освоения дисциплин, входящих в состав модуля, студентами разрабатывается проект. Целью выполнения проекта является практическое знакомство с принципами работы микроволновых устройств и антенных систем и их техническими характеристиками. В дисциплине «Микроволновая электроника» студенты изучают физико-технические основы микроволновой вакуумной и твердотельной электроники, составляющих ее научный базис и определяющих с единых позиций принципы действия широкого класса микроволновых электронных приборов различного функционального назначения, механизмы преобразования энергии источников питания в энергию электромагнитных волн микроволнового диапазона (микроволн). В дисциплине «Проектирование высокочастотных средств» студенты знакомятся с основами проектирования высокочастотных устройств, состоящих из различных блоков: антенн, передатчиков, приемников и т.д., приобретают первичные навыки моделирования радиоканалов связи, в том числе с учетом особенностей распространения радиоволн.
19	Микроволновые антенны и антенные системы	В рамках изучения дисциплины-модуля у студентов формируются знания и умения в области микроволновых антенн и антенных систем, методов расчета и измерения их характеристик, а также навыки их проектирования, моделирования и анализа в соответствующих программных средах. Студенты знакомятся с классификацией и принципами работы микроволновых антенн и антенных систем различной степени сложности, системами автоматизированного проектирования СВЧ техники, основными технологическими особенностями антенн микроволнового диапазона. Дисциплина-модуль содержит разделы, посвященные основам теории антенн, линейным излучателям, вибраторным (проволочным) антеннам, полосковым (микрорезонаторным) антеннам, апертурным антеннам, линейным и плоским антенным решеткам. Изучение дисциплины-модуля происходит с

		применением электронного учебного курса. Для выполнения лабораторных работ используются современные САПР микроволновых устройств и антенных систем.
20	Программно-аппаратные платформы Интернета вещей	Результатом освоения модуля является способность разрабатывать прототипы систем Интернета вещей сформировать комплексное представление принципов функционирования управляющих систем на основе данных. В рамках модуля изучаются основы работы с микроконтроллерными системами сбора данных, разработка прототипов на основе микроконтроллера STM32 в операционной системе реального времени RIOT OS. Изучаются технологии беспроводной связи: LoRa/LoRaWAN, 6LoWPAN, NB-IoT, GSM, Wi-Fi, Bluetooth. Формируется понимание принципов защиты данных в беспроводных системах и основных видов угроз, характерных для систем Интернета вещей. Изучаются основные способы обеспечения энергосбережения в системах Интернета вещей. Изучаются программные платформы обработки и визуализации данных в системах Интернета вещей. Курс реализуется при поддержке Академии Samsung.
21	Программное обеспечение цифровой обработки сигналов	Модуль состоит из одной дисциплины «Программное обеспечение цифровой обработки сигналов». По мере развития элементной базы и аппаратуры цифровой обработки сигналов (ЦОС) усложняется и разработка программного обеспечения (ПО). Встраиваемое ПО становится более объемным и сложным, развивается средства программного моделирования систем ЦОС и разработки ПО с помощью высокоуровневых языков программирования, в том числе графических, оснащенных широким набором готовых функций ЦОС и средствами визуализации. В этой дисциплине студенты знакомятся с основами программирования типа LabView, в том числе на системном уровне использованием аппаратных средств ЦОС. Также изучаются основы программирования программно определяемых радиосистем.
22	Проектирование встраиваемых систем на программируемых логических интегральных схемах	Модуль состоит из дисциплины «Проектирование встраиваемых систем на программируемых логических интегральных схемах». В дисциплине рассматриваются вопросы, знание которых необходимо для проектирования сложных встраиваемых систем и ядер. Определяется, чем является встраиваемая система, и знание каких аспектов цифрового проектирования полезно при проектировании таких систем. Дисциплина знакомит студентов с современной элементной базой цифровых устройств, и посвящена изучению общих принципов построения и моделирования работы цифровых систем, методов и технических приемов проектирования цифровых устройств на базе микросхем программируемой логики. Изучается язык проектирования Verilog на уровне регистровых передач (RTL) и применение этого языка для RTL-моделирования и RTL-синтеза. Рассматривается описание проектирования цифровых систем, архитектуры компьютеров и разработка программной части. После рассмотрения основ показывается, как эти темы совместить вместе в проекте законченной системы с аппаратными и программными ядрами. При выполнении практических работ используется лабораторное оборудование и профессиональное программное обеспечение компании Intel (Altera) и AMD (Xilinx).
23	Проектирование компонентов и инфраструктурных систем интернета вещей	Студенты приобретают навыки работы с операционными системами реального времени FreeRTOS, Zephyr и эмуляторами систем на кристалле (SoC). Рассматриваются сетевые протоколы интернета вещей (IoT). Изучаются особенности и работа на эмуляторе (MAC, сетевые, транспортные, прикладные и инфраструктурные протоколы IoT). Рассматривается иерархия протоколов. Рассматривается развёртывание систем на эмуляторах ARM в операционной системе Zephyr. Студенты знакомятся с современными высоко интегрированными SoC, приобретают опыт работы с периферийным оборудованием, знакомятся с технологией UWB (Ultra Wide Band), приобретают опыт создания собственной системы позиционирования в режиме реального времени.
24	Проектирование конструкций радиоэлектронных систем	Модуль состоит из дисциплины «Проектирование конструкций радиоэлектронных систем». В дисциплине изучается наиболее распространенная отечественная система автоматизированного проектирования Компас, предназначенная для двумерного и объемного проектирования изделий приборостроения, приобретаются навыки конструирования в среде КОМПАС типовых узлов электронных устройств и подготовки конструкторской документации. Особое внимание уделяется методам параметрического проектирования.
25	Проектирование радиотехнических систем	В модуле рассматриваются радиотехнические системы различного назначения. Студенты изучают иерархию описания радиотехнических систем, критерии их развития и показатели качества, закономерности развития и жизненный цикл радиотехнических систем. Обсуждаются основные этапы выполнения проектов. Рассматриваются технические противоречия и типовые приемы их разрешения. Определяется роль нормативной и творческой базы в проектировании радиотехнических систем.

26	Проектирование цифровых интегральных микросхем и микропроцессоров	В дисциплине рассматривается уникальный и современный подход к разработке цифровых устройств. Изучение начинается с простейших цифровых логических элементов, плавно переходя к разработке комбинационных и последовательных схем, а затем показывается, как используются эти базовые блоки в качестве основы для самого сложного: проектирования современного процессора RISC V. Изучается полный маршрут проектирования цифровых устройств и микропроцессоров с использованием современных САПР (Quartus II, Vivado, ModelSim) и языков проектирования и верификации (Verilog, SystemVerilog, VHDL). Эта дисциплина дополняет и объединяет теоретические курсы по цифровой логике, языкам описания аппаратуры, компьютерной архитектуре и микроархитектуре, а также подготавливает студентов к работе с промышленными процессорными ядрами, к созданию специализированных вычислителей (например, ускорителей нейросетей) и курсов VLSI по проектированию массовых микросхем ASIC. При выполнении практических работ используется лабораторное оборудование и профессиональное программное обеспечение компании Intel (Altera) и AMD (Xilinx).
27	Проектирование электронных устройств на базе цифровых сигнальных процессоров	Модуль состоит из дисциплины «Проектирование электронных устройств на базе цифровых сигнальных процессоров». Студенты изучают общие вопросы цифровой обработки сигналов (ЦОС) с применением процессоров, архитектуру цифровых сигнальных процессоров (ЦСП). Рассматриваются также вопросы проектирования устройств на базе ЦСП. В ходе изучения дисциплины студенты получают практические навыки программирования ЦСП на языке Си.
28	Проектная деятельность	Модуль «Проектная деятельность» в образовательной программе формирует универсальные компетенции, связанные с командной работой и управлением проектами, а также общепрофессиональные и профессиональные компетенции. Командная деятельность является основой модуля, призвана сформировать необходимые навыки работы и управления в составе многопрофильной команды: раскрыть специфику функционирования команды от постановки задачи до оценки полученного результата, выраженного в виде аналитического отчета, научных статей, докладов, уникального продукта или услуг. В рамках модуля «Проектная деятельность» студенты выполняют проекты, содержание которых позволяет формировать компетенции студентов в соответствии с актуальными задачам реального сектора экономики по профилю образовательной программы. Проектное обучение в рамках данного модуля может быть направлено на реализацию проектов: - исследовательских, с целью формирования научно-исследовательских компетенций студентов и увеличения количества молодых ученых, занятых в решении прорывных инновационных задач; - профессиональных и предпринимательских, направленных на подготовку высококвалифицированных магистров, способных решать реальные задачи в интересах развития отраслей экономики и социальной сферы за счет тесной интеграции образовательного процесса с ведущими предприятиями и организациями региона и страны - учебных, позволяющих студентам определить свою будущую профессиональную траекторию в научной или профессиональной сфере. Общепрофессиональные и профессиональные компетенции определяются содержанием конкретной цели, в рамках реализуемого студентами проекта
29	Радиотехнические системы передачи информации	Модуль состоит из одной дисциплины «Радиотехнические системы передачи информации», посвященной изучению принципов построения радиотехнических систем передачи информации различного применения, методов обработки сигналов и сообщений, основ проектирования систем и оптимизации показателей качества средств телекоммуникаций.
30	Радиофотоника	Радиофотоника является аналогом электроники, использующим вместо электронов кванты электромагнитного поля – фотоны. Фотонные системы не подвержены внешним электромагнитным полям, обладают гораздо большей шириной полосы пропускания сигнала. Фотоника началась в 1960 году с изобретением первого важного технического устройства — лазера. Сам же термин «фотоника» начал широко использоваться в 1980-х годах с началом широкого использования волоконно-оптической передачи. Разработка волоконно-оптических кабелей сыграла огромную роль в сфере телекоммуникаций и стала основой для развития Интернета. До 2001 года фотоника была в значительной степени сконцентрирована на телекоммуникациях. Радиофотоника занимается проблемами передачи, приема и преобразования информации с помощью электромагнитных волн СВЧ-диапазона и фотонных приборов и систем. Радиофотоника позволяет создавать радиочастотные устройства с параметрами, недостижимыми для традиционной электроники. Области применения радиофотоники: распределение сигналов на удаленные антенны, линии передачи СВЧ сигналов внутри крупных объектов, системы радио-электронной борьбы, оптические линии задержки и обработки сигналов, системы калибровки радаров и РЛС, фазированные антенные решетки.
31	Разработка встроенных систем на программируемых	Модуль посвящен изучению технологии проектирования встроенных цифровых систем на базе программируемых логических интегральных схем. Рассматриваются инструментальные средства проектирования и программирования встроенных систем на

	логических интегральных схемах	базе ПЛИС Xilinx, архитектура встроенного в ПЛИС процессора, методы организации совместной работы процессора и программируемой логики, вопросы отладки и оптимизации разработанных устройств.
32	Современные образовательные технологии	В модуле изучаются принципы организации учебного процесса в высшей школе; нормативные документы, определение места инновационных образовательных технологий и методов обучения в практике современного образования. Изучение модуля «Современные образовательные технологии» позволяет подготовить студентов к практике преподавательской деятельности, самостоятельной разработке учебных и методических материалов для разных форм обучения (традиционных, дистанционных, смешанных). Студенты приобретают опыт принятия аргументированных решений и руководства коллективом исполнителей в образовательной среде.
33	Спутниковые системы связи и навигации	Целью изучения модуля является освоение студентами современных технологий пространственного геопозиционирования и представления пространственных данных, решения пространственных аналитических задач, принципов функционирования географических информационных систем и систем глобального космического геопозиционирования. Рассматриваются современные системы межспутниковой связи и связи с наземными объектами.
34	Средства разработки цифровых устройств на программируемых логических интегральных схемах	Модуль посвящен изучению языка проектирования цифровых устройств VHDL. Рассматриваются основы языка, особенности проектирования синтезируемых схем, методы моделирования и отладки. Изучаются особенности реализации цифровых устройств на программируемых логических интегральных схемах Xilinx. При выполнении практических работ используется лабораторное оборудование и профессиональное программное обеспечение компании Xilinx.
35	Схемотехника современной радиоэлектроники	В модуле «Схемотехника современной радиоэлектроники» изучается разработка и схемотехническое проектирование аналоговых электронных устройств, их элементная база, принципы построения, основных характеристики и параметры. В рамках изучения дисциплины студентами осваиваются основы электроники, устройство, принципы работы, характеристики и параметры электронных приборов. В процессе изучения дисциплины у студентов формируются знания, умения и навыки, позволяющие осуществлять разработку и схемотехническое проектирование аналоговых узлов, и построение на их основе современных радиоэлектронных устройств.
36	Тематическая обработка радиолокационной информации	Основное внимание уделяется практическому изучению и приобретению навыков работы с современным программным обеспечением по обработке изображений. В первой части курса приводятся характеристики их качества, подробно рассматриваются особенности радиолокационных изображений, излагаются основные этапы их обработки. Основная часть курса посвящена изучению методов и алгоритмов улучшения качества радиолокационных изображений, обнаружения и распознавания объектов на них. В заключительной части рассматриваются некоторые аспекта тематической классификации снимков, рассматривается современное программное обеспечение.
37	Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств	В модуле изучаются современные методы обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. Рассматриваются действующие российские и международные стандарты в области электромагнитной совместимости. Особое внимание уделяется практическому изучению в рамках лабораторных работ схемотехнических, конструкторских и технологических решений, а также освоению методик проведения испытаний радиоэлектронных средств на соответствие стандартам в области электромагнитной совместимости.
38	Практика	
39	Практика	Модуль «Практика» состоит из трех видов деятельности студентов по приобретению практических знаний и навыков, развивающих и дополняющих знания, полученные при обучении теоретических курсов по направлению подготовки. На этапе учебной практики студенты занимаются разработкой демонстрационного исследовательского прототипа программного продукта, связанного с тематикой, заданной руководителем практики. В рамках практики используются навыки как индивидуальной, так и командной работы, характерной при реализации современных проектов. В течение трех семестров в ходе производственной практики «Научно-исследовательская работа» студенты выполняют самостоятельные исследования под руководством высококвалифицированных специалистов в рамках направления образовательной программы. Студенты приобретают опыт постановки задач научных исследований, проведения обзора литературы по предмету исследований, аналитических и численных с использованием современного программного обеспечения технических решений, экспериментальных исследований на уникальном контрольно-измерительном оборудовании ведущих фирм мира. Вырабатываются профессиональные качества генерирования и реализации креативных решений, ответственный подход и самостоятельность. На этапе преддипломной

		практики студенты отрабатывают навыки подготовки и оформления научно-технической документации, реализации научного проекта, организации деятельности и взаимодействия в коллективе, проведения испытаний образцов разрабатываемых устройств, защищаемых в магистерской диссертации.
40	Государственная итоговая аттестация	
41	Государственная итоговая аттестация	Целью государственной итоговой аттестации является комплексная оценка усвоения выпускниками образовательной программы в соответствие с требованиями самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта УрФУ и Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника».
42	Факультативы	
43	Адаптационный модуль для лиц с ограниченными возможностями здоровья	Адаптационный модуль для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья направлен на формирование практических навыков адаптации и социализации: осознанной саморегуляции, самопрезентации, стабилизации самооценки и межличностного взаимодействия. Модуль включает в себя две дисциплины: Основы личностного роста и Развитие ресурсов организма. Курс «Основы личностного роста (для лиц с ОВЗ)» направлен на формирование гармоничной личности, адаптированной к социальному взаимодействию в высшем учебном заведении. Зрелость и гармоничность личности определяется адекватной реакцией на внешнее воздействие, а также умением эффективно взаимодействовать с окружающими. Для успешного взаимодействия с окружающими людьми, прежде всего, необходимо адекватно оценить собственные преимущества и недостатки. Принимая во внимания, что курс рассчитан на лиц с ограниченными возможностями здоровья, отдельное внимание уделяется психологическим особенностям обучающихся с различными нозологиями. Закономерно, что наличие инвалидности влияет не только на восприятие человека окружающими, но и на его отношение к себе. Курс «Развитие ресурсов организма (для лиц с ОВЗ)» направлен на приобретение навыков мобилизации и оптимизации индивидуальных возможностей обучающегося. Во время взросления человек испытывает максимальное напряжение и стресс, которые могут привести к снижению мотивации, эффективности деятельности и нервному срыву. Процесс адаптации обучающихся является серьезным испытанием для организма.
44	Прикладное программирование на языке Python	В курсе студенты изучают не только синтаксис языка Python, но такие парадигмы как функциональное и объектно-ориентированное программирование, которые важны для каждого разработчика ПО. Также студенты знакомятся с ключевыми инструментами разработки, без которых невозможно представить себе разработчика, на каком бы языке он не писал. Приобретаются навыки применять Python не просто для алгоритмических задач, а для решения прикладных задач в тех сферах, где Python оказался наиболее актуален. Курс доступен на платформе «Открытое образование» - https://openedu.ru/course/urfu/PYAP/
45	Управление интеллектуальной собственностью	Модуль «Управление интеллектуальной собственностью» имеет своей целью дать магистрантам представление природы феномена интеллектуальной собственности, определяющей процесс формирования рынка интеллектуальной собственности. Это дает возможность им проводить оценку влияния современных процессов, происходящих в системе мирохозяйственных связей, на мировой рынок интеллектуальной собственности и учитывать особенности развития мирового и национальных рынков интеллектуальной собственности. Также дисциплина посвящена развитию у студентов университета культуры инновационного предпринимательства на основе формирования базовых знаний в сфере управления инновационными проектами, оценки коммерческой привлекательности технологии и рисков ее продвижения, разработки оптимальных стратегий превращения разработок в конкурентоспособный товар, идеи бизнеса в успешный бизнес.