



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МИРЭА – Российский технологический университет»

Общий факультет (Фрязино)

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала РТУ МИРЭА в г.
Фрязино

_____ Макарова Л.А.

«__» _____ 2020 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Программный комплекс для проектирования, моделирования и проверки систем

Читающее подразделение	кафедра общенаучных дисциплин
Направление	11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
Направленность	Проектирование и технология радиоэлектронных средств
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	2 з.е.

Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам

Семестр	Зачётные единицы	Распределение часов							Формы промежуточной аттестации
		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Контактная работа в период практики и (или) аттестации	Контроль	
6	2	72	8	0	16	30	0,25	17,75	Зачет

Программу составил(и):

старший преподаватель, Татаринов Дмитрий Игоревич _____

Рабочая программа дисциплины

Программный комплекс для проектирования, моделирования и проверки систем

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 928)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

направленность: «Проектирование и технология радиоэлектронных средств»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

кафедра общенаучных дисциплин

Протокол от 29.08.2020 № 1

Зав. кафедрой Щучкин Григорий Григорьевич _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Программный комплекс для проектирования, моделирования и проверки систем» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств с учетом специфики направленности подготовки – «Проектирование и технология радиоэлектронных средств».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление:	11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
Направленность:	Проектирование и технология радиоэлектронных средств
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Обязательная часть
Общая трудоемкость:	2 з.е. (72 акад. час.).

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:

ОПК-1 - Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

ОПК-4 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-5 - Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

ОПК-4 : Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-4.1 : Осваивает современные интерактивные программные комплексы для выполнения и редактирования текстов, изображений и чертежей

Знать:

- Правила единой системы конструкторской документации. Особенности современных методов разработки чертежей и сопутствующей документации с использованием САПР Аскон Компас 3D. Тонкости оформления структурных схем при проектировании усилительных каскадов, прямо-передающих устройств, блоков обработки данных в САПР Keysight SystemVue. Методы разработки маршрутных карт, технологических карт, нормирования времени при подготовке технологической документации с использованием САПР Аскон «Вертикаль»

Уметь:

- Строить структурные схемы в САПР Keysight SystemVue. Оформлять чертежи и сопутствующую документацию с использованием правил единой системы конструкторской документации в САПР Аскон Компас 3D. Разрабатывать маршрутные карты, технологические карты, производить нормирование времени с использованием САПР Аскон «Вертикаль»

Владеть:

- САПР Аскон Компас 3D для оформления чертежей в соответствии с правилами ЕСКД. САПР Keysight SystemVue использовать для построения структурных схем. САПР Аскон «Вертикаль» для разработки и оформления технологической документации: маршрутных карт,

технологических карт и нормирования времени

ОПК-4.2 : Использует современные средства автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации

Знать:

- Предельные возможности проектируемого устройства на момент разработки – исходя из актуальных источников: статей, монографий, диссертаций. Методы анализа входных данных при выборе конкретной схемы устройства и электронно-компонентной базы. Используя САПР Keysight SystemVue возможна оптимизация параметров проектируемого устройства с помощью приложений DataFlow, SpectraSys, WhatIF.

Уметь:

- Производить поиск и анализ литературы из актуальных источников: статей, монографий, диссертаций. Проводить анализ входных данных при выборе конкретной схемы устройства и электронно-компонентной базы. Применять САПР Keysight SystemVue для расчетов схем проекта, а также оптимизировать параметры устройства с использованием приложений DataFlow, SpectraSys, WhatIF.

Владеть:

- САПР Keysight SystemVue для расчетов схем проекта, а также оптимизировать параметры устройства с использованием приложений DataFlow, SpectraSys, WhatIF. Владеть актуальной информацией о состоянии элементно-компонентной базы и современных методов проектирования.

ОПК-4.3 : Использует современные программные средства для подготовки конструкторско-технологической документации

Знать:

- Правила единой системы конструкторской документации. Возможности САПР Аскон Компас 3D. Условные обозначения узлов, модулей, блоков при построении структурных схем в САПР Keysight SystemVue.

Уметь:

- Строить структурные схемы в САПР Keysight SystemVue. Оформлять чертежи и сопутствующую документацию с использованием правил единой системы конструкторской документации в САПР Аскон Компас 3D.

Владеть:

- САПР Keysight SystemVue для разработки структурных схем. САПР Аскон Компас 3D для оформления чертежей в соответствии с правилами ЕСКД.

ОПК-5 : Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

ОПК-5.2 : Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений

Знать:

- оптимальные способы решения задач проекта в САПР Keysight SystemVue

Уметь:

- проектировать решения конкретных задач проекта в САПР Keysight SystemVue, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений

Владеть:

- САПР Keysight SystemVue для решения практических прикладных задач, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующий правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений

ОПК-1 : Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

ОПК-1.2 : Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

Знать:

- Методы Фурье-анализа для построения спектрограмм в САПР Keysight SystemVue. Основы технической электродинамики: S-параметры, понятие импеданса, согласованных линий передачи. Методы поведенческого моделирования и оптимизацию.

Уметь:

- Применять методы Фурье-анализа для построения спектральных разложений в виде графиков в САПР Keysight SystemVue. Применять основы технической электродинамики и теорию цепей для построения схем различных систем: усилительных каскадов, приемопередающих устройств, блоков обработки данных.

Владеть:

- Методами Фурье-анализа при рассмотрении результатов моделирования в САПР Keysight SystemVue. Методиками построения схем различных систем: усилительных каскадов, приемопередающих устройств, блоков обработки данных и способами анализа полученных результатов, используя законы технической электродинамики.

ОПК-1.3 : Использует навыки применения знаний физики и математики при решении практических задач

Знать:

- Теоритические методы исследования различных систем и устройств с применением аппарата математического анализа и основ технической электродинамики. Методы исследования характеристик разрабатываемых систем с использованием Keysight SystemVue.

Уметь:

- Проводить теоритические расчеты различных систем, с задействованием законов и методик математического анализа, технической электродинамики. С использованием САПР Keysight SystemVue решать практические задачи по проектированию усилительных каскадов, приемопередающих устройств, блоков обработки данных.

Владеть:

- САПР Keysight SystemVue для решения практических прикладных задач по разработке усилительных каскадов, приемопередающих устройств, блоков обработки данных и способами анализа полученных результатов, используя законы технической электродинамики.

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

Знать:

- оптимальные способы решения задач проекта в САПР Keysight SystemVue
- Правила единой системы конструкторской документации. Особенности современных методов разработки чертежей и сопутствующей документации с использованием САПР Аскон Компас 3D. Тонкости оформления структурных схем при проектировании усилительных каскадов, приемопередающих устройств, блоков обработки данных в САПР Keysight SystemVue. Методы разработки маршрутных карт, технологических карт, нормирования времени при подготовке технологической документации с использованием САПР Аскон «Вертикаль»
- Правила единой системы конструкторской документации. Возможности САПР Аскон Компас 3D. Условные обозначения узлов, модулей, блоков при построении структурных схем в САПР Keysight SystemVue.
- Предельные возможности проектируемого устройства на момент разработки – исходя из актуальных источников: статей, монографий, диссертаций. Методы анализа входных данных при выборе конкретной схемы устройства и электронно-компонентной базы. Используя САПР Keysight SystemVue возможна оптимизация параметров проектируемого устройства с помощью приложений DataFlow, SpectraSys, WhatIF.

- Теоритические методы исследования различных систем и устройств с применением аппарата математического анализа и основ технической электродинамики. Методы исследования характеристик разрабатываемых систем с использованием Keysight SystemVue.
- Методы Фурье-анализа для построения спектрограмм в САПР Keysight SystemVue. Основы технической электродинамики: S-параметры, понятие импеданса, согласованных линий передачи. Методы поведенческого моделирования и оптимизацию.

Уметь:

- Применять методы Фурье-анализа для построения спектральных разложений в виде графиков в САПР Keysight SystemVue. Применять основы технической электродинамики и теорию цепей для построения схем различных систем: усилительных каскадов, приемопередающих устройств, блоков обработки данных.
- Производить поиск и анализ литературы из актуальных источников: статей, монографий, диссертаций. Проводить анализ входных данных при выборе конкретной схемы устройства и электронно-компонентной базы. Применять САПР Keysight SystemVue для расчетов схем проекта, а также оптимизировать параметры устройства с использованием приложений DataFlow, SpectraSys, WhatIF.
- Строить структурные схемы в САПР Keysight SystemVue. Оформлять чертежи и сопутствующую документацию с использованием правил единой системы конструкторской документации в САПР Аскон Компас 3D.
- Проводить теоритические расчеты различных систем, с задействованием законов и методик математического анализа, технической электродинамики. С использованием САПР Keysight SystemVue решать практические задачи по проектированию усилительных каскадов, приемопередающих устройств, блоков обработки данных.
- проектировать решения конкретных задач проекта в САПР Keysight SystemVue, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
- Строить структурные схемы в САПР Keysight SystemVue. Оформлять чертежи и сопутствующую документацию с использованием правил единой системы конструкторской документации в САПР Аскон Компас 3D. Разрабатывать маршрутные карты, технологические карты, производить нормирование времени с использованием САПР Аскон «Вертикаль»

Владеть:

- САПР Keysight SystemVue для решения практических прикладных задач, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующий правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
- САПР Keysight SystemVue для разработки структурных схем. САПР Аскон Компас 3D для оформления чертежей в соответствии с правилами ЕСКД.
- САПР Keysight SystemVue для решения практических прикладных задач по разработке усилительных каскадов, приемопередающих устройств, блоков обработки данных и способами анализа полученных результатов, используя законы технической электродинамики.
- Методами Фурье-анализа при рассмотрении результатов моделирования в САПР Keysight SystemVue. Методиками построения схем различных систем: усилительных каскадов, приемопередающих устройств, блоков обработки данных и способами анализа полученных результатов, используя законы технической электродинамики.
- САПР Keysight SystemVue для расчетов схем проекта, а также оптимизировать параметры устройства с использованием приложений DataFlow, SpectraSys, WhatIF. Владеть актуальной информацией о состоянии элементно-компонентой базы и современных методов проектирования.
- САПР Аскон Компас 3D для оформления чертежей в соответствии с правилами ЕСКД. САПР Keysight SystemVue использовать для построения структурных схем. САПР Аскон «Вертикаль» для разработки и оформления технологической документации: маршрутных карт, технологических карт и нормирования времени

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При проведении учебных занятий организация обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Сем.	Часов	Компетенции
1. Основные возможности САПР Keysight SystemVue и введение в моделирование				
1.1	Назначение САПР Keysight SystemVue. Основы моделирования (Лек). Введение. Цели курса. Назначение Keysight SystemVue. Методы Фурье-анализа. Основы электродинамики: S-параметры, понятие импеданса, согласованных линий передачи. Традиционные методы моделирования. Поведенческое моделирование. Методы оптимизации. Свипирование параметров. Поведенческая оптимизация. Приложения Data Flow, Spectrasys, WhatIF.	6	1	ОПК-1.2, ОПК-4.2
1.2	Назначение САПР Keysight SystemVue. Основы моделирования (Лек). Введение. Цели курса. Назначение Keysight SystemVue. Методы Фурье-анализа. Основы электродинамики: S-параметры, понятие импеданса, согласованных линий передачи. Традиционные методы моделирования. Поведенческое моделирование. Методы оптимизации. Свипирование параметров. Поведенческая оптимизация. Приложения Data Flow, Spectrasys, WhatIF.	6	1	ОПК-1.2, ОПК-5.2
1.3	Выполнение практических заданий (Пр). Проектирование фильтров. Необходимо спроектировать фильтр. В качестве вариантов предлагается использовать различные аппроксимации: Чебышева, Баттерворта и типы фильтров: ФНЧ, ФВЧ, ППФ, ПЗФ. В задании необходимо определиться с конструкцией и технологией изготовления фильтров (микрополосковый, копланарный, волноводный и т.д.) и произвести расчет параметров. Показать в виде графиков основные параметры: прямые потери, полосу пропускания, полосу заграждения, КСВН.	6	2	ОПК-1.3, ОПК-4.3

1.4	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Проектирование многокаскадных усилительных систем. Необходимо спроектировать многокаскадную усилительную систему. В качестве вариантов предлагается использовать системы для приемного устройства или передающего. Для успешного выполнения задания необходимо провести анализ актуальной ЭКБ. Исходя из анализа и выбора модулей, построить структурную схему проектируемого устройства в САПР Keysight SystemVue. Показать в виде графиков (или числовых значений) основные параметры такой системы: коэффициент передачи, неравномерность коэффициента передачи, коэффициент шума, КСВН, выходную мощность.</p>	6	2	ОПК-1.3, ОПК-4.3
1.5	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение и освоение пройденного материала</p>	6	3,75	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-4.3
1.6	<p>Выполнение домашнего задания (Ср). Решение практических задач на темы: "Проектирование фильтров", "Проектирование многокаскадных усилительных систем"</p>	6	3,75	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-4.3
1.7	<p>Основы проектирования ВЧ систем – конструкция прямо-передающих устройств (Лек). Основы проектирования ВЧ систем. Конструкция передатчиков. Конструкция приемников. Конструктивные особенности системного уровня. Показатели качества. Уравнение дальности. Каналы связи. Подавление зеркальных частот. Фазовый шум. Постоянное смещение. Нелинейное поведение ВЧ системы. Интермодуляционные искажения. Коэффициент шума. Внутриполосные и внеполосные помехи и блокирующие сигналы. Соседние каналы. Компрессия усиления. Компромиссы при конструировании передатчика. Отношение сигнала к шуму. Планирование занимаемых полос частот. Основные функциональные блоки ВЧ передатчика. Антенна. Усилитель (малошумящий/мощности). Фильтр (ФНЧ, ФВЧ, ППФ, ПЗФ). Дуплексер. Смеситель. Гетеродин. Детектор. АЦП (ЦАП).</p>	6	1	ОПК-1.2, ОПК-4.2, ОПК-4.3

1.8	<p>Основы проектирования ВЧ систем – конструкция прямо-передающих устройств (Лек). Основы проектирования ВЧ систем. Конструкция передатчиков. Конструкция приемников. Конструктивные особенности системного уровня. Показатели качества. Уравнение дальности. Каналы связи. Подавление зеркальных частот. Фазовый шум. Постоянное смещение. Нелинейное поведение ВЧ системы. Интермодуляционные искажения. Коэффициент шума. Внутриполосные и внеполосные помехи и блокирующие сигналы. Соседние каналы. Компрессия усиления. Компромиссы при конструировании передатчика. Отношение сигнала к шуму. Планирование занимаемых полос частот. Основные функциональные блоки ВЧ передатчика. Антенна. Усилитель (малошумящий/мощности). Фильтр (ФНЧ, ФВЧ, ППФ, ПЗФ). Дуплексер. Смеситель. Гетеродин. Детектор. АЦП (ЦАП).</p>	6	1	ОПК-1.2, ОПК-5.2
1.9	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Исследование влияния фильтров на многокаскадные усилительные системы. В задании необходимо провести проектирование усилительной системы, с применением фильтров (используя ранее полученные данные из ПР1 и ПР2). Применить несколько схем построения и использования различных видов фильтров. Вывести графики основных параметров: коэффициент передачи, неравномерность коэффициента передачи, коэффициент шума, КСВН, выходную мощность, напряжение питания и ток потребления. Построить диаграмму уровней. Провести анализ и указать наиболее удачную схему построения системы.</p>	6	2	ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-4.3
1.10	<p>Выполнение практических заданий (Пр). Проектирование делителей мощности (сумматоров), направленных ответвителей, аттенюаторов В задании необходимо провести проектирование пассивных устройств: делителей мощности (сумматоров), направленных ответвителей, аттенюаторов. В задании необходимо определиться с конструкцией и технологией изготовления пассивных устройств и произвести расчет параметров. Показать в виде графиков основные параметры: S-параметры, КСВН.</p>	6	2	ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-4.3
1.11	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение и освоение пройденного материала</p>	6	3,75	ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-4.3
1.12	<p>Выполнение домашнего задания (Ср). Решение практических задач на темы: "Исследование влияния фильтров на многокаскадные усилительные системы", "Проектирование делителей мощности (сумматоров), направленных ответвителей, аттенюаторов"</p>	6	3,75	ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-4.3

2. Проектирование ВЧ систем при помощи САПР Keysight SystemVue				
2.1	Основы проектирования ВЧ систем при помощи САПР Keysight SystemVue (Лек). Проектирование входных цепей устройства LTE. Методы и подходы к проектированию. Общие подходы к проектированию. Модель на системном уровне, уровне блока, модуля. Обзор LTE. Изучение на примере проектирования трехдиапазонного приемника LTE. Определение ТЗ на проектирование приемника. Выбор ВЧ архитектуры. Планирование занимаемых полос частот. Оптимизация архитектуры. Оценка характеристик. Избирательность по соседнему каналу. Характеристика блокирующего сигнала.	6	1	ОПК-1.2, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2.2	Основы проектирования ВЧ систем при помощи САПР Keysight SystemVue (Лек). Проектирование входных цепей устройства LTE. Методы и подходы к проектированию. Общие подходы к проектированию. Модель на системном уровне, уровне блока, модуля. Обзор LTE. Изучение на примере проектирования трехдиапазонного приемника LTE. Определение ТЗ на проектирование приемника. Выбор ВЧ архитектуры. Планирование занимаемых полос частот. Оптимизация архитектуры. Оценка характеристик. Избирательность по соседнему каналу. Характеристика блокирующего сигнала.	6	1	ОПК-1.2, ОПК-5.2
2.3	Выполнение практических заданий (Пр). Исследование устройств генерирования и смещения сигналов. В задании необходимо провести проектирование автогенераторов и генераторов с внешним возбуждением, исходя из различных характеристик и условий задачи. Для изучения смесителей, необходимо провести проектирование повышающих и понижающих преобразователей. Произвести расчет параметров устройств. Показать в виде графиков основные параметры: фазовый шум, мощность на выходе, напряжение питания и ток потребления для генераторов. Для смесителей – потери преобразования, развязки между входами и выходом.	6	2	ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2.4	Выполнение практических заданий (Пр). Проектирование супергетеродинного приемного (передающего) устройства с применением современной ЭКБ. В задании необходимо исходя из предложенной схемы: провести анализ схемы и подобрать необходимую ЭКБ для проектирования, определиться с параметрами фильтров. В результате необходимо показать основные параметры приемного устройства: коэффициент передачи, диаграмму уровней, коэффициент шума, выходную мощность, паразитные каналы приема.	6	2	ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-4.3

2.5	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение и освоение пройденного материала	6	3,75	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2.6	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение практических задач на темы: "Исследование устройств генерирования и смешения сигналов", "Проектирование супергетеродинного приемного (передающего) устройства с применением современной ЭКБ"	6	3,75	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2.7	Цифровые приемо-передающие системы (Лек). Понятие о канале, другие аспекты при проектировании цифровых приемо-передающих систем. Основы конструкции передатчика. Пример линейно модуляции. Кодирование. Формирование символов. Фильтрация формы импульсов. I/Q модуляция. Основы конструкции приемника. Коды Витерби. Коды Рида-Соломона. Примеры различных модуляций: QPSK и AWGN. Схема приемника. Демодуляция сигнала несущей. Согласованная фильтрация. Синхронизация. Корреляция фазовых ошибок и ошибок синхронизации. Оценка канала. Расформирование импульсов. Коррекция хода. Моделирование системного уровня. Коэффициент битовых ошибок (BER). Моделирование в нескольких областях (частотной и временной). ВЧ интерфейс приемника LTE (в приложении Spectrasys).	6	1	ОПК-1.2, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2.8	Цифровые приемо-передающие системы (Лек). Понятие о канале, другие аспекты при проектировании цифровых приемо-передающих систем. Основы конструкции передатчика. Пример линейно модуляции. Кодирование. Формирование символов. Фильтрация формы импульсов. I/Q модуляция. Основы конструкции приемника. Коды Витерби. Коды Рида-Соломона. Примеры различных модуляций: QPSK и AWGN. Схема приемника. Демодуляция сигнала несущей. Согласованная фильтрация. Синхронизация. Корреляция фазовых ошибок и ошибок синхронизации. Оценка канала. Расформирование импульсов. Коррекция хода. Моделирование системного уровня. Коэффициент битовых ошибок (BER). Моделирование в нескольких областях (частотной и временной). ВЧ интерфейс приемника LTE (в приложении Spectrasys).	6	1	ОПК-1.2, ОПК-5.2

2.9	Выполнение практических заданий (Пр). Проектирование инфрадинного приемного устройства с применением современной ЭКБ. В задании необходимо исходя из предложенной схемы: провести анализ схемы и подобрать необходимую ЭКБ для проектирования, определиться с параметрами фильтров. В результате необходимо показать основные параметры приемного устройства: коэффициент передачи, диаграмму уровней, коэффициент шума, выходную мощность, паразитные каналы приема.	6	2	ОПК-1.2, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2.10	Выполнение практических заданий (Пр). Проектирование многодиапазонного приемного устройства LTE. В задании необходимо разработать схему многодиапазонного устройства LTE (в зависимости от предлагаемого диапазона работы), провести анализ схемы и подобрать необходимую ЭКБ для проектирования, определиться с параметрами фильтров. В результате необходимо показать основные параметры приемного устройства: коэффициент передачи, диаграмму уровней, коэффициент шума, выходную мощность, паразитные каналы приема. Так же показать цифровые сигналы, принятые системой.	6	2	ОПК-1.2, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2.11	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение и освоение пройденного материала	6	3,75	ОПК-1.2, ОПК-4.2, ОПК-4.3
2.12	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение практических задач на темы: "Проектирование инфрадинного приемного устройства с применением современной ЭКБ", "Проектирование многодиапазонного приемного устройства LTE"	6	3,75	ОПК-1.2, ОПК-4.2, ОПК-4.3
3. Промежуточная аттестация (зачёт)				
3.1	Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Зачёт).	6	17,75	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.2
3.2	Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).	6	0,25	ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.2

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Программный комплекс для проектирования, моделирования и проверки систем», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

- Из ниже перечисленных методов моделирования выберите те, что считаются «традиционными»?
- В чем основные недостатки традиционных методов моделирования?

3. В чем основные преимущества поведенческого моделирования, реализованного в САПР Keysight SystemVue?
4. Для чего в САПР Keysight SystemVue используется симулятор DataFlow?
5. Для чего в САПР Keysight SystemVue используется Spectrasys?
6. Что такое S-параметры?
7. Опишите особенности метода синхронного потока данных (SDF)?
8. В чем преимущества распределенного моделирования?
9. Из перечисленных ниже выберите языки и САПР, совместимые с САПР Keysight SystemVue?
10. Опишите основные возможности Spectrasys?
11. Опишите особенности реализованного в САПР Keysight SystemVue метода Монте-Карло?
12. Опишите особенности свипирования и совместного схемотехнического моделирования?
13. Для чего используется планировщик частот WhatIF?
14. Перечислите основные способы свипирования по параметрам, реализованные в SystemVue?
15. Опишите основные компоненты, входящие в состав передатчика?
16. Опишите основные компоненты, входящие в состав гомодинного приемного устройства?
17. Опишите основные компоненты, входящие в состав супергетеродинного приемного устройства?
18. Опишите основные отличия гомодинного приемника от супергетеродинного приемника?
19. Опишите основные отличия супергетеродинного приемного устройства с двойным преобразованием по частоте, от инфрадинного приемного устройства?
20. Для чего в приемном устройстве используется архитектура с фазовой автоподстройкой частоты?
21. Опишите основные элементы, входящие в ФАПЧ?
22. Опишите основные элементы, входящие в состав приемника с субдискретизацией?
23. Дайте определение понятию коэффициент шума?
24. Дайте определение понятию относительный уровень мощности в соседнем канале?
25. Дайте определение понятию 1 дБ точка компрессии?
26. Дайте определение понятию коэффициент усиления?
27. Что включает в себя канал связи?
28. Как влияет эффективная площадь приемной антенны на мощность, извлекаемую этой антенной?
29. Установка фильтра зеркальной частоты целесообразна?
30. Каким образом, схемотехнически, можно решить проблему зеркальной частоты?
31. Дайте определение понятию фазовый шум?
32. Дайте определение интермодуляционным искажениям?
33. Дайте определение внутриполосным помехам?
34. Дайте определение внеполосным помехам?
35. Дайте определение соседнему каналу?
36. Дайте определение относительного уровня мощности в соседнем канале (ACPR)?
37. Дайте определение точки пересечения по интермодуляционным составляющим третьего порядка?
38. Дайте определение динамическому диапазону?
39. Для каких целей необходима антенна?
40. Для каких целей необходим малошумящий усилитель?
41. Для каких целей необходим усилитель мощности?
42. Дайте определение усилителю?
43. Дайте определение фильтру?
44. Назовите основной тип фильтров, который используется для подавления зеркальной частоты на выходе смесителя?

45. Для каких целей используются фильтры?
46. Дайте определение дуплексеру?
47. Дайте определение смесителю?
48. Дайте определение гетеродину?
49. Дайте определение детектора?
50. Дайте определение цифро-аналогового преобразователя?
51. Опишите суть подхода проектирования ВЧ системы «снизу вверх»?
52. Опишите суть подхода проектирования ВЧ системы «сверху вниз»?
53. Опишите суть подхода проектирования ВЧ системы «в зависимости от характеристик/ограничений»?
54. Опишите моделирование на системном уровне?
55. Опишите особенности системного уровня?
56. Опишите особенности уровня модуля/блока?
57. Опишите особенности схемы/элемента?
58. Дайте характеристику системы связи LTE?
59. Дайте определение технологии OFDM?
60. Дайте определение технологии MIMO?
61. Дайте определение технологии SAE?
62. Дайте определение технологии TDD?
63. Дайте определение технологии FDD?
64. Дайте определение понятию I и Q сигналы?
65. Опишите структуру сигнального созвездия 64 QAM?
66. Как выглядит аналоговое сообщение?
67. Как выглядит цифровое сообщение?
68. Какие побочные колебания может излучать радиопередатчик?

5.3. Фонд оценочных материалов

Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование помещения	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.
2. Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.
3. КОМПАС-3D LT. Свободное программное обеспечение (бесплатная образовательная лицензия)

6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.3.1. Основная литература

1. Застела М. Ю., Иванченко А. Я., Морозов О. Г., Чабдаров Ш. М., Щербаков Г. И. Радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 495 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/473479>
2. Куликов Г. В., Замуруев С. Н. Подготовка и выполнение выпускной квалификационной работы специалиста [Электронный ресурс]: Методические рекомендации. - М.: РТУ МИРЭА, 2020. - – Режим доступа: <https://library.mirea.ru/secret/04122020/2436.iso>
3. Берикашвили В. Ш. Радиотехнические системы: основы теории [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 105 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/473181>
4. Монаков А. А. Математическое моделирование радиотехнических систем [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 148 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168953>
5. Куликов Г. В. Подготовка и выполнение выпускной квалификационной работы специалиста: Методические рекомендации [Электронный ресурс]:. - Москва: РТУ МИРЭА, 2020. - 36 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/163889>

6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE International Roadmap for Devices and Systems
<https://www.irds.ieee.org>
2. Электроника НТБ - научно-технический журнал
<http://www.electronics.ru>
3. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

6.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к учебным занятиям и на развитие знаний, умений и навыков, предусмотренных программой дисциплины.

В соответствии с учебным планом дисциплина может предусматривать лекции, практические занятия и лабораторные работы, а также выполнение и защиту курсового проекта (работы). Успешное изучение дисциплины требует посещения всех видов занятий, выполнение заданий преподавателя и ознакомления с основной и дополнительной литературой. В зависимости от мероприятий, предусмотренных учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых ниже.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине. При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо: приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию; до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов; на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившихся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изученную на занятии.

Методические указания, необходимые для изучения и прохождения дисциплины приведены в составе образовательной программы.

6.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Медиа материалы также следует использовать и адаптировать с учетом индивидуальных особенностей обучения лиц с ОВЗ.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 3E71B80600020002CF46

Владелец: Макарова Людмила Александровна

Действителен с 21.09.2021 по 21.09.2022