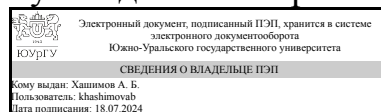


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



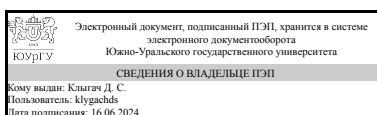
А. Б. Хашимов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.09 Моделирование и оптимизация в проектировании радиоэлектронных средств
для направления 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Радиоэлектроника и системы связи

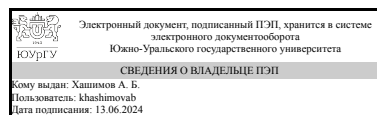
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 956

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



Д. С. Клыгач

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доц., доцент



А. Б. Хашимов

1. Цели и задачи дисциплины

Формирование и развитие знаний у подготавливаемых специалистов в области математического моделирования радиоэлектронных средств (включая микроэлектронные) различных классов и областей применения с использованием современных систем автоматизированного проектирования, комплексов программ для научных и технических вычислений, средств измерений и обработки информации. Основные задачи дисциплины: - изучение базовых принципов математического моделирования радиоэлектронных средств (включая микроэлектронные) различных классов и областей применения; - программирование основных численных методов обработки результатов исследований, численных методов решений линейных и нелинейных задач, дифференциальных и интегральных уравнений, оптимизационных задач; - изучение методов оценки точности результатов математического моделирования и методов уменьшения погрешностей используемых численных методов; - разработка методов инженерного проектирования прикладных математических моделей радиоэлектронных средств с учетом требований профессиональной подготовки и рекомендаций ведущих специалистов базовых предприятий региона.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Моделирование и оптимизация в проектировании радиоэлектронных средств» включает в себя следующие основные разделы: базовые математические модели РЭС; в численные методы обработки информации; исследование математических моделей в виде дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных в волновых процессах; линейное и нелинейное программирование в задачах оптимизации.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Знает: методы анализа и оптимизации математических моделей основных классов радиоэлектронных средств и технологических процессов; методы исследования математических моделей с применением современных информационных технологий; организацию проектных работ на предприятии, структуру технического задания для проектно-технологической разработки изделия; основные приемы делового общения в научной, производственной и социально-общественной сферах Умеет: проводить математическое моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование разрабатываемых устройств, используя современные инженерные платформы для моделирования и оптимизации характеристик радиоэлектронных средств; применять

	современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; составлять план защиты результатов работы Имеет практический опыт: проведения анализа и моделирования устройств различного назначения для коррекции входных данных; применения современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; использования современных вычислительных методов для проведения математического моделирования физических процессов в проектируемых устройствах
--	--

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.03 Радиоизмерения и диагностика радиоэлектронных средств, 1.Ф.05 Радиоизмерительные комплексы электронных средств, 1.Ф.06 Практический семинар по проектированию и технологии радиоэлектронных средств, 1.Ф.01 Проектирование устройств сверхвысоких частот в радиотехнических системах, Учебная практика (научно-исследовательская работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 семестр), Учебная практика (научно-исследовательская работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (1 семестр)	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.Ф.01 Проектирование устройств сверхвысоких частот в радиотехнических системах	Знает: постановку задач анализа и синтеза устройств СВЧ в радиотехнических системах; правила выбора метода исследования; теоретические основы устройств СВЧ; методы расчёта, анализа, синтеза и оптимизации устройств СВЧ различных частотных диапазонов; основные системы автоматизированного проектирования СВЧ устройств; методы экспериментального исследования устройств СВЧ; методы обработки

	результатов исследований с применением ЭВМ, основные приёмы руководства работой команды, делового общения в проектно-конструкторской сфере; основные понятия технологии получения новых знаний; современные инфокоммуникационные технологии; методы моделирования, экспериментального исследования устройств СВЧ в радиотехнических системах и обработки результатов исследований с применением ЭВМ Умеет: формулировать задачи анализа и синтеза устройств СВЧ в радиотехнических системах; выбирать адекватные методы расчётов основных параметров и характеристик устройств СВЧ; проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное исследования разрабатываемых изделий и устройств СВЧ, используя современные методы анализа и синтеза; обеспечивать соответствие характеристик опытного образца требованиям технического задания; использовать системы автоматизированного проектирования устройств СВЧ, руководить работой команды для достижения поставленной проектно-конструкторской цели; проводить расчёты основных характеристик устройств СВЧ радиотехнических систем; проводить теоретическое и экспериментальное исследование устройств СВЧ; соблюдать при проектировании требования стандартизации и метрологического обеспечения; обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик опытного образца требованиям технического задания Имеет практический опыт: применения методов анализа и синтеза устройств СВЧ различных частотных диапазонов; проектирования современных устройств СВЧ с использованием систем автоматизированного проектирования и соблюдением требований нормативно-технической документации; экспериментального исследования и анализа устройств СВЧ в радиотехнических системах, организации работой команды для достижения поставленной проектно-конструкторской цели; владения методами расчёта, анализа, синтеза и оптимизации устройств СВЧ различных частотных диапазонов; навыками экспериментального исследования и анализа параметров устройств СВЧ; обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; анализа проектно-технологических решений; работы со стандартами и руководящими материалами; публичных выступлений по тематике современных устройств СВЧ в
--	--

	радиотехнических системах; использования современных инфокоммуникационных технологий
1.Ф.03 Радиоизмерения и диагностика радиоэлектронных средств	Знает: основные понятия технологии получения новых знаний (базовые модели, гипотеза, структурная и параметрическая идентификация моделей); методы обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; методы экспериментального исследования и диагностики радиоэлектронных средств различных частотных диапазонов; методы экспериментального исследования радиоэлектронных средств с использованием современных радиоизмерительных комплексов; физические принципы функционирования радиоэлектронных средств различного назначения Умеет: выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации экспериментальных исследований, обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик макета и опытного образца требованиям технического задания; соблюдать при измерениях требования стандартизации и метрологического обеспечения; использовать основные диагностические методы в радиоэлектронной аппаратуре; вести диалог при обсуждении научных, производственных, социально-общественных аспектов, связанных с современными методами измерений, радиоизмерительными и диагностическими комплексами Имеет практический опыт: владения методами анализа и расчета устройств различных частотных диапазонов; навыками экспериментального исследования и анализа параметров радиоэлектронных средств; методами расчета параметров диагностических схем радиоэлектронной аппаратуры; обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; применения современных теоретических и экспериментальных методов разработки радиоизмерительных и диагностических комплексов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; работы со стандартами и руководящими материалами
1.Ф.06 Практический семинар по проектированию и технологии радиоэлектронных средств	Знает: проблемы и ограничения рассмотренных в курсе устройств и блоков; обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик опытного образца требованиям технического задания; соблюдать при проведении измерений требований стандартизации и метрологического

обеспечения.; современные достижения науки и передовые технологии в современных радиоизмерительных комплексах, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно- исследовательских работах. Современную классификацию экспериментальных исследований и типы измерительных схем исследуемого устройства, методы расчета и обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; методику составления плана защиты результатов работы; проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование разрабатываемых устройств с использованием современных методов и, средств проектирования; требования стандартизации и метрологического обеспечения в проектировании радиоэлектронных средств, организацию проектных работ на предприятии, структуру технического задания для проектно-технологической разработки изделия; основные приемы делового общения в научной, производственной и социально-общественной сферах; основные понятия технологии получения новых знаний (базовые модели, гипотеза, структурная и параметрическая идентификация моделей); методы расчета и обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; методы экспериментального исследования радиоэлектронных средств с использованием современных радиоизмерительных комплексов и диагностических средств для радиоэлектронных средств различных частотных диапазонов; физические принципы функционирования радиоэлектронных средств различного назначения. Умеет: делать выбор между устройствами, построенными по различным принципам; проводить экспериментальное исследование разрабатываемых устройств с использованием современных методов и средств измерений, готовить отчеты и техническую документацию по проведенным исследованиям, подготавливать доклады на научно-технических семинарах и конференциях; формулировать направления измерений в рамках задания на выполнение научно- исследовательской работы; обобщать полученные результаты измерений в контексте известных проектно-технологических решений; формулировать выводы и практические рекомендации на основе оригинальных результатов исследования; решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств и соответствующего математического аппарата, проводить

моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование разрабатываемых узлов и устройств, используя современные методы анализа и синтеза; обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик опытного образца требованиям технического задания; соблюдать при проектировании требования стандартизации и нормативно-технической документации., проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование разрабатываемых узлов и устройств, используя современные методы анализа и синтеза; выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации экспериментальных исследований, обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик макета и опытного образца требованиям технического задания; соблюдать при проектировании требования стандартизации и метрологического обеспечения; вести диалог при обсуждении научных, производственных, социально-общественных аспектов, связанных с современными методами проектирования электронной техники используя современные инженерные платформы для моделирования и оптимизации характеристик радиоэлектронных средств; составлять план защиты результатов проектирования Имеет практический опыт: владения инструментальными способами проверки заявленных характеристик; подготовки протоколов испытаний радиоаппаратуры с учетом требований нормативно-технической документации; подготовки материалов для оформления заявок на изобретения; расчета параметров радиоэлектронной аппаратуры по результатам экспериментальных исследований с применением стандартных пакетов прикладных программ; проведения экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах, подготовки отчетов и докладов; использования радиоизмерительных комплексов, математического аппарата и программных средств для проведения НИР, владения методами анализа, расчета и моделирования радиоэлектронных средств различного назначения с соблюдением требований нормативно-технической документации.; проведения экспериментального исследования и анализа параметров радиоэлектронных средств; моделирования современных радиоэлектронных средств и технологических процессов с использованием САПР , использования методов

	анализа и расчета радиоэлектронных средств различного назначения; проведения экспериментального исследования с применением соответствующего измерительного оборудования; использования диагностических схем радиоэлектронной аппаратуры; обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; применения современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; анализа проектно-технологических решений, работы со стандартами и руководящими материалами; публичных выступлений с докладом по тематике современных направлений развития электронной техники; владения правилами и опытом общения с Заказчиком и Исполнителем; использования результатов вычислительных экспериментов для коррекции входных данных
1.Ф.05 Радиоизмерительные комплексы электронных средств	Знает: обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик опытного образца требованиям технического задания; соблюдать при проведении измерений требований стандартизации и метрологического обеспечения.; современные достижения науки и передовые технологии в современных радиоизмерительных комплексах, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно- исследовательских работах. Современную классификацию экспериментальных исследований и типы измерительных схем исследуемого устройства, методы расчета и обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; методы экспериментального исследования и диагностики радиоэлектронных средств различных частотных диапазонов; методы экспериментального исследования радиоэлектронных средств с использованием современных радиоизмерительных комплексов; физические принципы функционирования радиоэлектронных средств различного назначения Умеет: проводить экспериментальное исследование разрабатываемых устройств с использованием современных методов и средств измерений, готовить отчеты и техническую документацию по проведенным исследованиям, подготавливать доклады на научно-технических семинарах и конференциях; формулировать направления измерений в рамках задания на выполнение научно- исследовательской работы; обобщать полученные результаты измерений в контексте известных проектно-технологических решений; формулировать выводы и практические

	рекомендации на основе оригинальных результатов исследования; решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств и соответствующего математического аппарата, проводить экспериментальное исследование разрабатываемых узлов и устройств, используя современные методы анализа и измерений радиоэлектронных средств; выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации экспериментальных исследований, обеспечивать и документально подтверждать соответствие характеристик макета и опытного образца требованиям технического задания; соблюдать при проведении измерений требования стандартизации и метрологического обеспечения; использовать основные диагностические методы в радиоэлектронной аппаратуре Имеет практический опыт: подготовки протоколов испытаний радиоаппаратуры с учетом требований нормативно-технической документации; подготовки материалов для оформления заявок на изобретения; расчета параметров радиоэлектронной аппаратуры по результатам экспериментальных исследований с применением стандартных пакетов прикладных программ; проведения экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах, подготовки отчетов и докладов; использования радиоизмерительных комплексов, математического аппарата и программных средств для проведения НИР, проведения экспериментального исследования и анализа параметров радиоэлектронных средств различного назначения; владения методами анализа и расчета устройств различных частотных диапазонов; выбора соответствующего радиоизмерительного комплекса; обработки результатов экспериментальных исследований с применением ЭВМ; использования результатов измерений для коррекции входных данных; составления научно-технической документации по выполненным исследованиям
Учебная практика (научно-исследовательская работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (2 семестр)	Знает: задачи и методов научного исследования, современные достижения науки и передовые информационные технологии в проектировании радиоэлектронных средств; методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области техники и технологий;

	требования нормативных документов к оформлению отчетной документации, основные понятия технологии получения новых знаний (базовые модели, гипотеза, структурная и параметрическая идентификация моделей); организацию проектных работ на предприятиях; основные характеристики программного обеспечения систем автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств различного назначения, организацию проектных работ на предприятии, структуру технического задания для проектно-технологической разработки изделия; организацию проектных работ на предприятии, основные приемы обработки и представления экспериментальных данных, организацию проектных работ на предприятии, структуру технического задания для проектно-технологической разработки изделия; организацию проектных работ на предприятии, структуру технического задания для проектно-технологической разработки изделия; основные приемы делового общения в научной, производственной и социально-общественной сферах; основные понятия технологии получения новых знаний (базовые модели, гипотеза, структурная и параметрическая идентификация моделей в материаловедении Умеет: получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных; реферировать научные труды, составлять аналитические обзоры накопленных сведений в мировой науке и производственной деятельности; получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных; структурировать, понимать и систематизировать научно-техническую и справочную информацию, оформлять и представлять результаты по выполненной работе; грамотно отвечать на вопросы по теме работы, формулировать пункты технического задания в соответствии с требованиями и правилами предприятия; составлять план защиты результатов работы; проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование разрабатываемых устройств с использованием современных методов и средств проектирования; соблюдать при проектировании требований стандартизации и метрологического обеспечения, формулировать пункты технического задания в соответствии с требованиями предприятия; применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов
--	--

и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств и соответствующего математического аппарата, проводить исследования в применении новых материалов в моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании разрабатываемых узлов и устройств, используя современные методы измерений характеристик радиоэлектронных средств; выполнять настройку и проверять правильность функционирования опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации экспериментальных исследований; вести диалог при обсуждении научных, производственных, социально-общественных аспектов, связанных с современными материалами электронной техники; составлять план защиты результатов работы. Имеет практический опыт: формулирования проблемы, задачи и методы научного исследования, обобщения полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний и формулирования выводов и практических рекомендаций на основе репрезентативных и оригинальных результатов исследований; публичных выступлений с докладами по тематике исследований в области проектирования радиоэлектронных средств, применения современных теоретических и экспериментальных методов исследования радиоэлектронных устройств, связанных с профессиональной деятельностью по направлению подготовки; анализа научно-технических разработок современных радиоэлектронных средств;; анализа проектно-технологических решений; работы со стандартами и руководящими материалами, анализа проектно-технологических решений, работы со стандартами и руководящими материалами; применения современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; применения методов проведения и совершенствования теоретических исследований в научно-исследовательских работах в области проектирования и технологии радиоэлектронных средств, применения современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной

	деятельности по направлению подготовки; анализа проектно-технологических решений, работы со стандартами и руководящими материалами; подготовки публичных выступлений с докладом по тематике современных материалов электронной техники; владения правилами и опытом общения с Заказчиком и Исполнителем
Учебная практика (научно-исследовательская работа, получение первичных навыков научно-исследовательской работы) (1 семестр)	Знает: организацию проектных работ на предприятии, структуру технического задания для проектно-технологической разработки изделия; организацию проектных работ на предприятии, структуру технического задания для проектно-технологической разработки изделия; основные приемы делового общения в научной, производственной и социально-общественной сферах; основные понятия технологии получения новых знаний (базовые модели, гипотеза, структурная и параметрическая идентификация моделей в материаловедении, организацию проектных работ на предприятии, структуру технического задания для проектно-технологической разработки изделия; организацию проектных работ на предприятии, основные приемы обработки и представления экспериментальных данных, задачи и методов научного исследования, современные достижения науки и передовые информационные технологии в проектировании радиоэлектронных средств; методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области техники и технологий; требования нормативных документов к оформлению отчетной документации, основные понятия технологии получения новых знаний (базовые модели, гипотеза, структурная и параметрическая идентификация моделей); организацию проектных работ на предприятиях; основные характеристики программного обеспечения систем автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств различного назначения. Умеет: проводить исследования в применении новых материалов в моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании разрабатываемых узлов и устройств, используя современные методы измерений характеристик радиоэлектронных средств; выполнять настройку и проверять правильность функционирования опытных образцов радиоэлектронных устройств с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации экспериментальных исследований; вести диалог при обсуждении

	научных, производственных, социально-общественных аспектов, связанных с современными материалами электронной техники; составлять план защиты результатов работы, формулировать пункты технического задания в соответствии с требованиями предприятия; применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; решать задачи обработки данных с помощью современных инструментальных средств и соответствующего математического аппарата, получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных; реферировать научные труды, составлять аналитические обзоры накопленных сведений в мировой науке и производственной деятельности; получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных; структурировать, понимать и систематизировать научно-техническую и справочную информацию, оформлять и представлять результаты по выполненной работе; грамотно отвечать на вопросы по теме работы, формулировать пункты технического задания в соответствии с требованиями и правилами предприятия; составлять план защиты результатов работы; проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование разрабатываемых устройств с использованием современных методов и средств проектирования; соблюдать при проектировании требований стандартизации и метрологического обеспечения Имеет практический опыт: применения современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; анализа проектно-технологических решений, работы со стандартами и руководящими материалами; подготовки публичных выступлений с докладом по тематике современных материалов электронной техники; владения правилами и опытом общения с Заказчиком и Исполнителем, анализа проектно-технологических решений, работы со стандартами и руководящими материалами; применения современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной
--	---

	деятельности по направлению подготовки; применения методов проведения и совершенствования теоретических исследований в научно-исследовательских работах в области проектирования и технологии радиоэлектронных средств, формулирования проблемы, задачи и методы научного исследования, обобщения полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний и формулирования выводов и практических рекомендаций на основе репрезентативных и оригинальных результатов исследований; публичных выступлений с докладами по тематике исследований в области проектирования радиоэлектронных средств, применения современных теоретических и экспериментальных методов исследования радиоэлектронных устройств, связанных с профессиональной деятельностью по направлению подготовки; анализа научно-технических разработок современных радиоэлектронных средств; анализа проектно-технологических решений; работы со стандартами и руководящими материалами.
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 92,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	4
Общая трудоёмкость дисциплины	180	72	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	80	32	48
Лекции (Л)	28	16	12
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	52	16	36
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,25	35,75	51,5
Подготовка к экзамену	8	0	8
Изучение дополнительных разделов дисциплины	8	0	8
Подготовка к практическим занятиям	37,75	19,75	18
Подготовка к зачету	4	4	0
Оформление отчетов по практическим занятиям в соответствии с СТП ЮУрГУ	29,5	12	17,5
Консультации и промежуточная аттестация	12,75	4,25	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение, основные понятия и определения математического моделирования с использованием дифференциальных уравнений	4	2	2	0
2	Математические модели систем компенсации механических воздействий на радиоэлектронную аппаратуру. Исследование влияния параметров амортизаторов и демпферов на численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Резонансные характеристики. Численные методы решения нелинейных дифференциальных уравнений	10	4	6	0
3	Исследование математических моделей радиоэлектронных средств, формулируемых в виде дифференциальных уравнений в частных производных. Эллиптические и параболические уравнения. Прямые и итерационные численные методы исследования математических моделей СВЧ трактов, задач теплообмена в блоках и узлах радиоэлектронной аппаратуры	22	8	14	0
4	Формулировка математических моделей радиоэлектронных средств в виде задач на собственные значения. Исследование собственных значений и собственных функций в волноводных задачах. Итерационные методы определения резонансных свойств СВЧ излучающих устройств	10	4	6	0
5	Методы оптимизации в задачах проектирования радиоэлектронных средств. Классификация численных методов оптимизации. Проектирование целевых функций для задач с ограничениями	34	10	24	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол- во часов
1	1	Введение. Основные понятия математического моделирования сложных радиоэлектронных средств. Этапы вычислительного эксперимента. Устойчивые и неустойчивые численные алгоритмы. Корректные и некорректные задачи. Примеры математических моделей радиоэлектронных средств и радиофизических процессов	2
2	2	Математические модели систем компенсации механических воздействий на радиоэлектронную аппаратуру. Исследование влияния параметров амортизаторов и демпферов на численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка.	2
3	2	Резонансные характеристики. Численные методы решения нелинейных дифференциальных уравнений. Аппроксимация частотных характеристик амортизаторов с учетом конструктивных особенностей	2
4	3	Исследование математических моделей радиоэлектронных средств, формулируемых в виде дифференциальных уравнений в частных производных.	2
5	3	Эллиптические и параболические уравнения. Прямые и итерационные численные методы исследования математических моделей СВЧ трактов, задач теплообмена в блоках и узлах радиоэлектронной аппаратуры	2
6	3	Основные уравнения в математических моделях распространения радиоволн. Исследование задач рассеяния электромагнитных волн на макронеровностях.	2
7	3	Математические модели в задачах рассеяния электромагнитных волн на идеально проводящих объектах.	2

8	4	Формулировка математических моделей радиоэлектронных средств в виде задач на собственные значения.	2
9	4	Исследование собственных значений и собственных функций в волноводных задачах. Итерационные методы определения резонансных свойств СВЧ излучающих устройств.	2
10	5	Методы оптимизации в задачах проектирования радиоэлектронных средств. Классификация численных методов оптимизации.	2
11	5	Проектирование целевых функций для задач безусловной минимизации и задач с ограничениями.	2
12	5	Применение методов оптимизации для проектирования радиоэлектронных средств.	2
13	5	Исследование методов оптимизации в задачах синтеза антенно-фидерных устройств с заданными ограничениями.	2
14	5	Задачи линейного программирования в проектировании радиоэлектронных средств. Трассировка печатных плат и оптимальное размещение элементов в блоке радиоаппаратуры.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Математические модели радиоэлектронных средств в виде обыкновенных линейных и нелинейных дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных. Оценка погрешностей аппроксимации дифференциальных операторов конечно-разностными отношениями. Методы дискретизации области построения решения. Классификация краевых задач	2
2	2	Разработка структурных схем и программирование численных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка в задачах математического моделирования компенсации механических воздействий на радиоэлектронную аппаратуру. Исследование влияния характеристик систем защиты от механических воздействий на устойчивость численного решения. Оценка погрешностей методов Эйлера, Рунге-Кутты. Программирование "жестких" задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Исследование особенностей применения программных средств ode23, ode45, ode15s.	2
3	2	Исследование эффективности многошаговых методов численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. Методы Адамса, Милна, Хемминга. Сравнение одношаговых и многошаговых методов исследования математических моделей систем защиты от механических воздействий.	2
4	2	Численные методы исследования нелинейного дифференциального уравнения второго порядка для математической модели демпфирующей системы. Математические модели радиоэлектронных средств, приводящие к краевым задачам для обыкновенных дифференциальных уравнений. Сеточные методы для решения краевых задач.	2
5	3	Исследование погрешностей конечно-разностных аппроксимаций частных производных и оператора Лапласа. Программирование конечноэлементных методов дискретизации области построения решения дифференциального уравнения в частных производных.	2
6	3	Основные приёмы исследования математических моделей радиоэлектронных средств в системе MATLAB. Функции программного комплекса pdeTool. Построение области построения решения с использованием библиотеки геометрических примитивов. Особенности детализации граничных условий	2

		Дирихле и Неймана. Декомпозиция области построения решения.	
7	3	Формулировка математических моделей электродинамических задач. Е- и Н-волны в прямоугольном волноводе. Уравнение Гельмгольца для продольной компоненты электромагнитного поля в волноводе.	2
8	3	Исследование частотных свойств волноводов сложного сечения. Применение эффективных графических средств для интерпретации результатов математического моделирования.	2
9	3	Численные методы решения параболического дифференциального уравнения в частных производных для исследования математических моделей задач теплообмена. Особенности построения математических моделей одномерных и двумерных задач.	3
10	3	Анализ точности численного решения дифференциальных уравнений в частных производных. Исследование устойчивости численного решения, методы контроля сходимости численного решения для итерационных методов. Сравнение эффективности прямых и итерационных методов исследования математических моделей радиоэлектронных средств.	3
11	4	Формулировка математических моделей радиоэлектронных средств в виде задач на собственные значения. Программный комплекс pdetool для двумерных задач и однородных дифференциальных уравнений в частных производных.	2
12	4	Разработка программного комплекса для исследования резонансных частот систем защиты радиоэлектронной аппаратуры от механических воздействий. Выбор соответствующей нормы векторов и матриц для расчета собственных частот. Исследование погрешностей конечно-разностных аппроксимаций дифференциальных операторов.	2
13	4	Исследование устойчивости и скорости сходимости итерационных схем для нахождения собственных значений и собственных векторов на примере электродинамических задач. Критические волновые числа и собственные волны прямоугольного волновода.	2
14	5	Формулировка математических моделей в проектировании радиоэлектронных средств в виде оптимизационных задач. Классификация задач оптимизации.	4
15	5	Исследование скорости сходимости и устойчивости программных комплексов fminsearch и fminunc (покоординатного спуска) для поиска оптимальных решений в проектировании радиоэлектронных средств.	5
16	5	Исследование эффективности оптимизационных процедур fminunc для методов поиска первого и второго порядка: особенности использования вектора optimset для вычисления вектора градиента и матрицы Гессе. Исследование задачи синтеза оптимального амплитудно-фазового распределения линейной фазированной антенной решетки.	6
17	5	Минимизация целевых функций с ограничениями. Примеры использования программного комплекса fmincon. Методы случайного поиска. Сравнение методов оптимизации, критерии выбора соответствующего метода.	5
18	5	Математические модели в проектировании радиоэлектронных средств, использующие методы линейного программирования. Особенности использования программного комплекса linprog.	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену		4	8
Изучение дополнительных разделов дисциплины		4	8
Подготовка к практическим занятиям	www.kipr.susu.ru	3	19,75
Подготовка к зачету		3	4
Подготовка к практическим занятиям		4	18
Оформление отчетов по практическим занятиям в соответствии с СТП ЮУрГУ		3	12
Оформление отчетов по практическим занятиям в соответствии с СТП ЮУрГУ	www.kipr.susu.ru	4	17,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Практическая работа 1	1	15	Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 12 баллов; 14 дней - 9 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена.	зачет
2	3	Текущий контроль	Практическая работа 2	1	15	Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 12 баллов; 14 дней - 9 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена.	зачет
3	3	Промежуточная аттестация	Практическая работа 3	-	15	Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном	зачет

						кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 12 баллов; 14 дней - 9 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена.	
4	3	Текущий контроль	Практическая работа 4	1	15	Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 12 баллов; 14 дней - 9 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена.	зачет
5	4	Текущий контроль	Практическая работа 1	1	15	Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 12 баллов; 14 дней - 9 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена.	экзамен
6	4	Текущий контроль	Практическая работа 2	1	15	Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 12 баллов; 14 дней - 9 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена.	экзамен
7	4	Текущий контроль	Практическая работа 3	1	15	Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 12 баллов; 14 дней - 9 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена.	экзамен
8	4	Текущий контроль	Практическая работа 4	1	15	Максимальный балл начисляется за сданный без замечаний отчет в установленные сроки, указанные в личном	экзамен

						кабинете студента; за опоздание на 7 дней начисляется 12 баллов; 14 дней - 9 баллов; после 15 дней отчет не принимается, начисляется 0 баллов. Для допуска к экзамену отчет без начисленных баллов обязательно должен быть предоставлен не позднее 7 дней до экзамена.	
--	--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Максимальное количество баллов, которое может получить студент, выполнивший в указанные сроки мероприятия текущего контроля, равно 60. После проверки отчетов по практическим работам преподавателем могут быть начислены дополнительные (бонусные) баллы, но не более 10 за одну работу. Дополнительные баллы могут быть начислены за другие достижения студента: участие в научно-технических конференциях; подготовка и публикация статьи в индексируемых изданиях; участие в конкурсах и другое. Студент, которому начислено более 60 баллов, может получить зачет автоматически. Студент, которому начислено менее 60 баллов, сдает зачет преподавателю. Зачет проводится в два этапа. 1-й этап: решение задачи, максимальный балл - 5 баллов. 2-й этап: устный опрос, максимальный балл - 5 баллов. Максимальный балл за зачет – 10 баллов. На первом этапе студент решает задачу. 5 баллов - задача решена правильно, ход решения верный, есть все пояснения. 4 балла – задача решена правильно, ход решения верный, не все пояснения присутствуют. 3 балла - задача решена с неточностями, ход решения верный, нет пояснений. 2 балла - задача решена с замечаниями, ход решения с неточностями, нет пояснений. 1 балл - задача решена с замечаниями, ход решения с замечаниями, нет пояснений. 0 баллов - неверный ответ и/или нет решения. На втором этапе студент без подготовки отвечает на вопросы теоретического минимума. Преподаватель предлагает 5 вопросов из списка, студент устно отвечает. Порядок начисления баллов за 2-й этап: 5 баллов - студент верно ответил на 5 вопросов, 4 балла - студент верно ответил на 4 вопроса, 3 балла - студент верно ответил на 3 вопроса, 2 балла - студент верно ответил на 2 вопроса, 1 балл - студент верно ответил на 1 вопрос, 0 баллов - студент верно ответил на 0 вопросов. Студент, имеющий рейтинг по текущему контролю 60-100 %, и высокую посещаемость (не более 1 пропуска без уважительной причины), имеет возможность получить зачет автоматически.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
экзамен	Максимальное количество баллов, которое может получить студент, выполнивший в указанные сроки мероприятия текущего контроля, равно 60. После проверки отчетов по практическим работам преподавателем могут быть начислены дополнительные (бонусные) баллы, но не более 10 за одну работу. Дополнительные баллы могут быть начислены за	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	другие достижения студента: участие в научно-технических конференциях; подготовка и публикация статьи в индексируемых изданиях; участие в конкурсах и другое. Студент, которому начислено более 85 баллов, может претендовать на оценку "отлично"; более 70 баллов - "хорошо"; более 60 баллов - "удовлетворительно"; 60 и менее баллов - "неудовлетворительно". В случае несогласия студента с оценкой БРС, назначается экзамен (очный или ДОТ) по всем разделам изучаемой дисциплины.	
--	---	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
УК-3	Знает: методы анализа и оптимизации математических моделей основных классов радиоэлектронных средств и технологических процессов; методы исследования математических моделей с применением современных информационных технологий; организацию проектных работ на предприятии, структуру технического задания для проектно-технологической разработки изделия; основные приемы делового общения в научной, производственной и социально-общественной сферах	+	+	+	+	+			
УК-3	Умеет: проводить математическое моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование разрабатываемых устройств, используя современные инженерные платформы для моделирования и оптимизации характеристик радиоэлектронных средств; применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; составлять план защиты результатов работы	+	+	+	+	+			
УК-3	Имеет практический опыт: проведения анализа и моделирования устройств различного назначения для коррекции входных данных; применения современных теоретических и экспериментальных методов разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки; использования современных вычислительных методов для проведения математического моделирования физических процессов в проектируемых устройствах	+	+	+	+	+			

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Вычислительные методы и информатика.

2. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Математическое моделирование и программирование.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания к освоению дисциплины "Моделирование и оптимизация в проектировании РЭС"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания к освоению дисциплины "Моделирование и оптимизация в проектировании РЭС"

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Дьяконов, В.П. MATLAB 7.*/R2006/R2007: Самоучитель. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2009. — 768 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/1178 — Загл. с экрана.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Поршнев, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 736 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/650 — Загл. с экрана.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
2. -Maple 13(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	1012 (3б)	Компьютерная техника, проектор, интерактивная доска
Практические занятия и семинары	1008 (3б)	Компьютерный класс (12 компьютеров, ОС Windows XP, MATLAB 2013), проектор, широкоформатный струйный принтер (формат A0), лазерный принтер формата A4.