

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1155762	Моделирование радиотехнических систем

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Радиотехника	Код ОП 1. 11.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Радиотехника	Код направления и уровня подготовки 1. 11.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зейде Кирилл Михайлович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Департамент радиоэлектроники и связи

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Моделирование радиотехнических систем

1.1. Аннотация содержания модуля

Целью преподавания данной дисциплины-модуля является ознакомление студентов с общей концепцией инженерного автоматизированного проектирования и электродинамического моделирования, в частности. В процессе ее изучения студентам предлагается заложить теоретический базис математического моделирования и постановки вычислительного эксперимента, а также развить практические навыки работы в системах автоматизированного проектирования для разработки, в том числе высокочастотных устройств. В рамках данной дисциплины-модуля изучаются общие положения проектирования и моделирования, особенности электродинамического моделирования, полный функциональный цикл проектирования, специальные вопросы САПР высокочастотных устройств и ЭСАПР.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Моделирование радиотехнических систем	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Моделирование радиотехнических систем	ПК-1 - Способен осуществить модернизацию и техническое сопровождение разработки узлов	3-1 - Сделать обзор программного обеспечения для проведения испытаний функциональных узлов радиоэлектронных систем 3-5 - Характеризовать применяемые в конструкциях радиоэлектронных систем

	<p>радиоэлектронных систем</p>	<p>материалы и их свойства, электрические режимы и условия эксплуатации электронной компонентной базы радиоэлектронных систем</p> <p>У-4 - Анализировать входные данные для выполнения расчетов при разработке функциональных узлов радиоэлектронных систем и для разработки документации</p> <p>У-8 - Оценивать характеристики электрических цепей для разработки функциональных узлов радиоэлектронных систем</p> <p>П-4 - Выполнять в соответствии с заданием разработку узлов радиоэлектронных систем в системах автоматизированного проектирования</p>
	<p>ПК-4 - Способен разработать и смоделировать принципиальные схемы аналоговых блоков радиотехнических систем</p>	<p>З-5 - Изложить методологию проектирования аналоговых устройств средствами автоматизированного проектирования, методы аналогового синтеза</p> <p>З-6 - Объяснять основные задачи этапа схмотехнического проектирования и связь этого этапа с другими этапами в общем маршруте проектирования</p> <p>З-8 - Сделать обзор современных систем автоматизированного проектирования, аналогового проектирования и моделирования</p> <p>У-6 - Выделять необходимый набор описаний в соответствии с требованиями технического задания и целевой системой автоматизированного проектирования</p> <p>У-9 - Выбирать оптимальные встроенные средства программирования и отладки, средства автоматизации схмотехнического проектирования, аналогового моделирования, обработки его результатов</p> <p>У-10 - Проводить временной анализ с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования</p>

		<p>У-12 - Оценивать функциональные, статические, динамические, временные, частотные характеристики аналоговых блоков методом компьютерного моделирования</p> <p>П-3 - Выполнять экстракцию паразитных параметров требуемого уровня детализации и операции обратного переименования с учетом паразитных компонентов</p> <p>П-4 - Моделировать список цепей, содержащий паразитные элементы отдельных блоков и аналоговой подсистемы системы в целом</p> <p>П-9 - Осуществлять обоснованный выбор программных средств автоматизации проектирования, топологического проектирования и моделирования с учетом специфики поставленной задачи</p> <p>П-10 - Моделировать аналоговые блоки и всю аналоговую подсистему в целом средствами системы автоматизированного проектирования</p>
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Моделирование радиотехнических систем

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зейде Кирилл Михайлович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Департамент радиоэлектроники и связи

Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Зейде Кирилл Михайлович, Доцент, Департамент радиоэлектроники и связи

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
001	Основные принципы моделирования и проектирования	Математическое моделирование; некоторые характеристики математических функций; прямая и обратная задачи радиотехники; проектирование; ошибки и погрешности в моделировании; физико-ориентированное проектирование (электродинамические решатели); концептуализация полунатурного и имитационного моделирования.
002	Автоматизация и компьютерная помощь	Вычислительный эксперимент; системы автоматизированного проектирования (САПР); системы компьютерной алгебры (СКА); два подхода геометрического моделирования (параметрическое и сеточное); действия над параметрической геометрией (логические операция, трансформация, упрощения); программирование в САПР и переменные; автоматизированные системы научных исследований (АСНИ).
003	Основы вычислительной математики	Интерполяция и экстраполяция; интегрирование и дифференцирование; конечные разности; метод конечных элементов; специфика физики электромагнетизма (вычислительная электродинамика).
004	Элементы электродинамического проектирования	Электродинамическое описание топологии (0D, 1D, 2D, 3D); возбуждение электромагнитных волн (внутренние и внешние источники); электродинамическое описание сред; импедансные граничные условия; собственные частоты в системе.

005	Особенности высокочастотного моделирования	От постоянного тока до СВЧ (низкочастотная дифракция, интерференция); от СВЧ и выше (высокочастотная дифракция, интерференция); трассировка лучей (геометрическая оптика, физическая оптика, однородная теория дифракции, метод краевых волн); методология DSR (аддитивная ЭПР, метод дискретных рассеивателей/источников, дискретизация); проектирование СВЧ устройств и антенн (каскадное соединение многополюсников, метод согласованных мод, метод Олинера); полное волновое решение электродинамической задачи.
006	Электрозначимость	Электрозначимость элементов топологии; коллокация областей анализа; адаптивная расчетная сетка; морфинг сетки; гибридные методы моделирования.
007	Функционирование САПР	Выбор метода, решателя, САПР; этапы работы в САПР; пред и постпроцессинговая оптимизация; время-точностная оптимизация; сравнительная валидация результатов моделирования; основы прототипирования; обратное проектирование.
008	Кейсы, модели, примеры	Рассеяние на идеально проводящей сфере в различных САПР; коаксиально-волноводный переход в различных САПР; трассировка дискретных частиц в неинерциальной СО (мультимасштабное, мультифизическое моделирование); пример трехлучевой трассировки; кейсы моделирования радиотехнических систем.
009	Современные состояние дисциплины, нерешенные проблемы, актуальные задачи	Особенности моделирования тонких структур; моделирование бианизотропии; наукоемкое проектирование; САПР своими руками; современные бессеточные вычислительные методы; нейросетевые технологии в проектировании.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	дистанционное образование учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-4 - Способен разработать и смоделировать принципиальные схемы аналоговых блоков радиотехнических систем	З-8 - Сделать обзор современных систем автоматизированного проектирования, аналогового проектирования и моделирования У-9 - Выбирать оптимальные встроенные средства

	информацией для использования в практических целях			программирования и отладки, средства автоматизации схемотехнического проектирования, аналогового моделирования, обработки его результатов У-10 - Проводить временной анализ с учетом рассчитанных задержек на основе компьютерного моделирования средствами системы автоматизированного проектирования
--	----------------------------------------------------	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование радиотехнических систем

Электронные ресурсы (издания)

1. Банков, С., С.; Электродинамика для пользователей САПР СВЧ : учебник.; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488333> (Электронное издание)
2. Трухин, М. П.; Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем : лабораторный практикум.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276007> (Электронное издание)
3. Уваров, А. С.; Проектирование печатных плат: 8 лучших программ : практическое пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=47350> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Соловьянова, И. П., Соловьянова, И. П., Мительман, Ю. Е.; Электродинамика и распространение радиоволн : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки: 11.03.01 - Радиотехника; 11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи; 11.05.01 - Радиоэлектронные системы и комплексы.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (20 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Журнал "Компьютерные исследования и моделирование" <http://crm.ics.org.ru/journal/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зейде К.М., Электронный учебный курс "Автоматизированное проектирование высокочастотных устройств", <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=671>

Зейде К.М., ЭОР УрФУ "Проектирование антенн в Altair FEKO", <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13745>

Зейде К.М., ЭОР УрФУ "Проектирование антенн в Altair FEKO. Часть 2", <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13998>

Мительман Ю.Е., ЭОР УрФУ "Автоматизированное проектирование микроволновых устройств", <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/11628>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование радиотехнических систем

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Windows

		Подключение к сети Интернет Проектор	
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	ANSYS Academic Research HF (5 tasks) лицензия ANSYS Teaching HF (25 tasks) лицензия Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Windows