

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Компьютерная электродинамика

по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки:

Радиофизика, электроника и информационные системы

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

М.Л. Громов

Председатель УМК

А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

ПК-2 Способен проводить математическое моделирование процессов в приборах и устройствах радиофизики и электроники, владеть современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении профессиональных задач.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Использует современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

ИОПК 3.2 Соблюдает требования информационной безопасности при использовании современных информационных технологий и программного обеспечения.

ИПК 2.1 Понимает принцип действия и модели разрабатываемого радиоэлектронного прибора или устройства.

ИПК 2.2 Применяет в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении конкретных радиофизических задач.

ИПК 2.3 Владеет современными пакетами программ при решении задач в области радиофизики и радиоэлектроники.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить методы численного расчета различных задач электродинамики с помощью современных специализированных программ;

– Получить навыки построения трехмерных графических моделей и задания начальных и граничных условий для конкретных электродинамических задач;

– Развить способности анализировать полученные результаты моделирования для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Модуль «Радиоволновая томография».

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Восьмой семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Электродинамика», «Теория колебаний», «Численные методы и математическое моделирование», «Основы информатики»

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 30 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Методы и средства моделирования СВЧ-устройств.

Введение. Обзор возможностей и особенностей коммерческих продуктов 4NEC2, Ansoft HFSS, Altair FEKO, AWR Microwave Office. Уравнения электродинамики. Граничные условия. Теорема эквивалентности.

Тема 2. Метод моментов

Этапы решения задачи в методе моментов. Скалярное произведение в функциональном анализе. Базисные функции универсальные и использующие априорную информацию. Виды базисных функций Тестовые функции. Описание источников в методе моментов. Понятие порта.

Тема 3. Метод конечных элементов

Дискретизация пространства. Линейная аппроксимация. Аппроксимирующие функции высших порядков. Вывод системы линейных алгебраических уравнений. Расчет полей в портах. Многомодовые порты. Метод сдвига отсчетной плоскости.

Тема 4. Метод конечного интегрирования

Дискретизация интегральных уравнений Максвелла во временной области. Ячейка Йи. Понятие самодополнительного пространства. Вычисление собственных частот. Метод дискретизации изогнутых поверхностей. Использование дробления сетки.

Тема 5. Многополюсники СВЧ

Понятие многополюсника. Линейность, пассивность, стационарность. Классические и волновые матрицы многополюсников. Матрица рассеяния. Физический смысл элементов матрицы рассеяния четырехполюсника. Каскадное соединение четырехполюсников.

Тема 6. Система автоматизированного проектирования CST Studio Suite

Изучение графического интерфейса. Построение СВЧ-модели из графических примитивов. Задание вида возбуждения. Задание граничных условий. Запрос решения 3D полей. Интерпретация результатов. Диаграмма направленности антенны. Параметрическая оптимизация. Моделирование в среде CST Studio Suite симметричного диполя с цилиндрическими плечами

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения самостоятельных работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в восьмом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов. Продолжительность зачета 1 час. Первый вопрос в каждом билете сформулирован для проверки сформированности следующих компетенций/индикаторов компетенций: ПК-2. Второй вопрос в каждом билете сформулирован для проверки сформированности следующих

компетенций/индикаторов компетенций: ИОПК-3.1, ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3. Результаты зачета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Текущий контроль применяется для формулировки дополнительных вопросов по пропущенным темам. Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в среде электронного обучения iDO - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=8356>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Курушин А. А. Школа проектирования СВЧ устройств в CST Studio Suite. – М.: «One-Book», 2014. – 433 с. – URL: https://kurushin.ucoz.ru/load/0/16_20140818_CST-.pdf

– Фатеев А. В. Применение ПО CST Microwave Studio для расчёта микроволновых антенн и устройств СВЧ: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2014. – 121 с. – URL: <https://edu.study.tusur.ru/publications/7145/download>

– Курушин А. А., Пластиков А.Н. Проектирование СВЧ устройств в среде CST Microwave Studio. – М.: Изд-во МЭИ, 2011. – 155 с. – URL: <https://kurushin.ucoz.ru/load/0-0-0-1-20>

б) дополнительная литература:

– Банков С. Е., Курушин А. А. История САПР СВЧ (1950-2010). – М., 2016. – 90 с. – URL: <https://kurushin.ucoz.ru/load/0-0-0-28-20>

– Курушин А. А. Расчет теплового поля в биологических объектах под воздействием СВЧ излучения / под ред. В. А. Пермякова – М.: «One-Book», 2015, 403 стр. – URL: <https://kurushin.ucoz.ru/load/0-0-0-23-20>

– Банков С. Е., Курушин А. А. Электродинамика для пользователей САПР. – М.: 2008. – 276 с. – URL: <http://jre.cplire.ru/jre/library/3/text.pdf>

в) ресурсы сети Интернет:

– Форум разработчиков электроники – Вопросы по CST [Электронный ресурс] – URL: <https://electronix.ru/forum/index.php?app=forums&module=forums&controller=topic&id=33031>

– Дополнительные материалы по программе CST Studio Suite [Электронный ресурс] – URL: http://www.eurointech.ru/eda/microwave_design/cst/

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– CST Studio Suite, лицензия LN00029178508 от 10.12.2019

– Microsoft Office, включая приложения: MS Office Word, MS Office PowerPoint

– публично доступные облачные технологии (Яндекс диск).

- б) информационные справочные системы:
- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
 - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
 - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
 - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
 - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
 - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
 - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Балзовский Евгений Владимирович, к. ф.-м. н., доцент кафедры радиофизики