

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Электродинамика

по направлению подготовки / специальности

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) подготовки / специализация:

Радиоэлектронные системы передачи информации

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.А. Мещеряков

Председатель УМК

А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики..

ПК-3 Способен формулировать математические модели процессов и явлений, происходящих в радиоэлектронных системах и на их основе проводить компьютерное моделирование и оптимизацию.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Применяет основные положения, законы, методы естественнонаучных и математических дисциплин

ИОПК 1.2 Использует естественно-научные знания для адекватного, качественного объяснения наблюдаемой картины мира

ИОПК 1.3 Демонстрирует практические навыки получения количественных характеристик наблюдаемых объектов природы

ИПК 3.1 Использует фундаментальные знания о физической природе и физических явлениях происходящих элементах и объектах радиоэлектронных систем и комплексах

ИПК 3.2 Разрабатывает математические модели исследуемых физических процессов, приборов, схем и электронных систем

2. Задачи освоения дисциплины

- Изучить основы классической электродинамики.
- Изучить связь уравнений Максвелла и законов электромагнетизма.
- Научиться получать решения классических электродинамических задач.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Пятый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Математический анализ, Методы математической физики, Дифференциальные уравнения, Векторный и тензорный анализ.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 48 ч.

-практические занятия: 36 ч.

в том числе практическая подготовка: 60 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Введение. Предмет электродинамики. История - основные этапы эволюции, современное состояние, перспективы развития. Роль электродинамики в современной физической картине мира. Связь с другими дисциплинами.

Тема 2. Основные законы и уравнения электродинамики и теории электромагнетизма

Уравнения Максвелла: дифференциальная и интегральная формы. Уравнения Максвелла и законы электромагнетизма: сохранения заряда, Фарадея, Гаусса, Био-Савара-Лапласа, Кирхгофа.

Уравнения Максвелла для материальной среды. Граничные условия для электромагнитного поля.

Вектор Пойнтинга и теорема Пойнтинга. Примеры использования теоремы Пойнтинга: накопление электрической энергии в конденсаторе, тепловые потери в проводнике. Теорема единственности решения уравнений Максвелла.

Тема 3. Электромагнитные поля заданных источников

Волновое уравнение для электромагнитного поля. Скалярный и векторный потенциалы. Вектор Герца. Решение однородного волнового уравнения: сферические, плоские, цилиндрические волны. Решение неоднородного волнового уравнения: запаздывающие потенциалы.

Дифференциальный закон Био-Савара-Лапласа. Поля электрического и магнитного диполей.

Поле колеблющегося диполя: ближняя и дальняя зоны, вектор Пойнтинга. Излучение ускоренного заряда, радиационное трение.

Тема 4. Гармонические поля.

Уравнения электродинамики в комплексном представлении. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Вектор Пойнтинга и теорема Пойнтинга в комплексном представлении.

Поле элементарного электрического вибратора в комплексном представлении, структура поля. Картина формирования поля излучения и общая мощность излучения. Излучение элементарного магнитного вибратора.

Поляризация электромагнитных волн.

Основные принципы электродинамики: двойственности, взаимности, Гюйгенса-Френеля-Кирхгофа (излучение элемента Гюйгенса). Теорема об эквивалентности.

Тема 5. Взаимодействие электромагнитного поля с веществом

Силы Кулона и Лоренца. Импульс и давление электромагнитного поля.

Движение заряда в постоянном магнитном поле. Движение заряда в постоянном электрическом поле. Движение заряда в однородных скрещенных полях. Дрейф заряда в поперечно неоднородном магнитном поле. Пространственно-временная инвариантность магнитного момента заряда при движении в продольно неоднородном магнитном поле.

Диэлектрическая проницаемость облака заряженных частиц. Электромагнитные поля в плазме и металлах.

Тема 6. Взаимодействие электромагнитного поля с веществом

Постулаты Эйнштейна и матрица преобразования Лоренца. Четырех-векторы и тензоры. Четырех-векторы скорости и ускорения.

Четырех-векторы потенциала и тока: основные уравнения, преобразование, свойства. Функция Грина точечного источника в четырехмерном пространстве. Решение неоднородного волнового уравнения для потенциала в четырехмерном пространстве.

Четырех-вектор потенциала точечного заряда, потенциалы Льенара-Вихерта. Электромагнитное поле произвольно движущегося заряда.

Тензоры электромагнитного поля. Преобразование компонент электромагнитного поля. Единство электрических и магнитных полей. Релятивистские инварианты электромагнитного поля.

Инвариантность фазы волны. Релятивистский эффект Доплера.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, устного экзамена, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в пятом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть билета — это вопрос из тем 1-3, вторая часть билета — это вопрос из тем 4-6.

В ходе ответа на билет, студент демонстрирует владение компетенциями:

ОПК-1 Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики..

ПК-3 Способен формулировать математические модели процес-сов и явлений, происходящих в радиоэлектронных системах и на их основе проводить компьютерное моделирование и оптимизацию.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 1.1 Применяет основные положения, законы, методы естественнонаучных и математических дисциплин

ИОПК 1.2 Использует естественно-научные знания для адекватного, качественного объяснения наблюдаемой картины мира

ИОПК 1.3 Демонстрирует практические навыки получения количественных характеристик наблюдаемых объектов природы

ИПК 3.1 Использует фундаментальные знания о физической природе и физических явлениях происходящих элементах и объектах радиоэлектронных систем и комплексах

ИПК 3.2 Разрабатывает математические модели исследуемых физических процессов, приборов, схем и электронных систем

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично», если студент правильно ответил на вопросы из билета и на все дополнительные вопросы экзаменатора.

«хорошо», если студент при ответе на вопросы из билета, и дополнительные вопросы допустил некоторые ошибки, но понимает суть предмета.

«удовлетворительно», студент демонстрирует знания только основных положений предмета.

«неудовлетворительно», студент не владеет знаниями по предмету.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План лекционных занятий по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Якубов В.П., Беличенко В.П., Фисанов В.В. Основы электродинамики излучения и его взаимодействия с веществом: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2010. – 296 С.
2. Якубов В.П. Электродинамика: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 148 С.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля: Учебное пособие.- М.: Наука, 1973. - 504 С.

б) дополнительная литература:

4. Баскаков С.И. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Высшая школа, 1992. - 416 С.
5. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Радио и связь. 2000 – 559 с.
6. Сборник задач по курсу "Электродинамика и распространение радиоволн./Под ред. С.И.Баскакова. - М.: Высш. школа, 1981.- 208 С.
7. Комплексные представления в электродинамике / Якубов В.П.: Методические указания. - Томск: УОП Томск. ун-та, 1994.- 16 С.
8. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т.6. Электродинамика.- М.: Мир, 1966. - 344 С.

в) ресурсы сети Интернет:

1. ЭУК LMS MOODLE «Электродинамика» [Электронный ресурс] // Национальный исследовательский томский государственный университет.
<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=14280>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– LibreOffice, 4NEC2.

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 Юпайт – <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.

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

15. Информация о разработчиках

Суханов Дмитрий Яковлевич, доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры радиофизики.