

# Основы теории дифракции

**Lecturers:**

Георгий Жабко

**Assistants:**

Виктор Залипаев

**Language:**

Русский

**Credit points:**

3 э.е.

**Monitoring type:**

Экзамен

**Educational Program:**

Беспроводные технологии (магистратура)

2 семестр

Беспроводные технологии

8 семестр

Lectures (a.h)*	Practice (a.h)	Labs (a.h)
30		
*1 academic hour = 45 minutes		

Целью дисциплины "Электродинамика II" или "Основы теории дифракции" является усвоение теоретических понятий, расчетных методов и навыков решения задач дифракции. Предполагается знание стандартных разделов высшей математики и математической физики, теории линейных электрических цепей, основ электромагнетизма из курса общей физики и общих понятий теории антенн. Учитывая, однако, возможную разницу в бакалаврской подготовке студентов, предварительно кратко излагаются основные принципы, леммы и теоремы электродинамики.

## Course content

### 1 курс

#### Основы теории дифракции

##### Структура курса

Разделы	Лекции (ак.ч.)
<b>Лекция 1.</b> Введение. Уравнения Максвелла. О граничных условиях. Сторонние токи, сторонние силы. Гармонические колебания. Комплексные амплитуды и векторы. Принцип эквивалентности (второй). Магнитные токи. Принцип эквивалентности (первый).	2
<b>Лекция 2.</b> Электромагнитные волны. Функции Грина. Дельта-функция. Одномерный вариант функции Грина. Двумерный вариант функции Грина. Интегральная формула Кирхгофа – Гельмгольца. Формула Кирхгофа для полупространства. Приложения: 1. Формулы векторного анализа. Обозначения, связь компонент в разных системах координат. 2. Векторная алгебра 3. Векторный анализ 4. Функции Бесселя	2
<b>Лекция 3.</b> Векторный вариант формулы Кирхгофа. Формула Котлера. Теоремы взаимности. Лемма Лоренца. Варианты принципа взаимности. Поле вертикального электрического диполя, расположенного на границе раздела двух сред (задача Зоммерфельда).	2
<b>Лекция 4.</b> Теорема Пойнтинга. Теорема о реактивной мощности. Плоские волны. Плоская граница раздела двух сред. Длинные линии и плоские волны. Слоистые среды.	2
<b>Лекция 5.</b> Многослойные структуры. Примеры обратных задач. О явлении так называемых “обратных волн”, открытом бурятскими учеными.	2
<b>Лекция 6.</b> Некоторые сведения из математики. Двумерные задачи электродинамики. Функция Грина. 1. Решение в цилиндрических координатах. 2. Переход из трехмерной функции Грина. 3. Применение двумерного преобразования Фурье. Акустические волны в газе и жидкости.	2
<b>Лекция 7.</b> Примеры решения задач для бесконечного однородного пространства. Волны в однородном слое без источников. Приложение. Дискуссия с электротехниками о входном сопротивлении заземлителя как несимметричного вибратора в проводящей среде.	2
<b>Лекция 8.</b> Нить электрического тока над плоскостью границы раздела двух сред. Нить тока и точка наблюдения на границе раздела сред. Импульсная характеристика системы. Постоянные распространения на границе двух сред. Дифракция на тонких проводниках.	2
<b>Лекция 9.</b> Нить тока и точка наблюдения над поверхностью раздела двух сред. Асимптотика большой дальности. Рассеяние на одиночных объектах. Оптическая теорема. Дифракция на цилиндре кругового сечения. Связь краевой задачи с интегральными уравнениями. Задача Штурма-Лувилля.	2
<b>Лекция 10.</b> Дифракция волн на тонких проводниках. Формула суммирования Пуассона. Примеры преобразования бесконечных сумм. Система синфазных токов. Система противофазных токов (Конечная сумма).	2
<b>Лекция 11.</b> Дифракция плоских волн на решетке эквидистантных тонких параллельных проводов. Нормальное падение плоской волны. Густая решетка. Аналог длинной линии. Усредненные граничные условия (УГРУ). Асимптотика полубесконечных сумм. Суммирование знакопеременного ряда. Суммирование знакопостоянного ряда.	2
<b>Лекция 12.</b> Дифракция на полуплоскости. Постановка задачи дифракции на полуплоскости. Факторизация уравнения. Отыскание плотности тока $J(x)$ .	2
<b>Лекция 13.</b> Произвольное поле падающей волны. Дифракция плоской волны на полуплоскости. Поле, создаваемое неравномерным током. Поле равномерного тока.	2

<p><b>Лекция 14.</b> Вычисление интегралов от быстро осциллирующих функций. Основное асимптотическое равенство для однократного интеграла. Приближенное вычисление интеграла, содержащего экспоненту с быстро меняющимся показателем. Приближенное вычисление двойного интеграла.</p>	2
<p><b>Лекция 15.</b> Излучение из отверстия в плоском экране. Общие характеристики поля, излучаемого бесконечно длинной щелью (двумерная задача). Нормальное падение плоской волны. Каустика. Фокус. Точки возврата.</p>	2

## Recommended resources

- 1) Вайнштейн "Электромагнитные волны" URL: [http://www.physics.gov.az/book\\_Ee/Vainshtein.pdf](http://www.physics.gov.az/book_Ee/Vainshtein.pdf) (Дата обращения 03.02.2023)
- 2) Вольман Пименов "Техническая электродинамика" URL: <http://lincom.uz/wp-content/uploads/2016/12/volman-ted-1971.pdf?cache-flush=1675422154.3765> (Дата обращения 03.02.2023)
- 3) Виноградовой, Руденко, Сухорукова "Теория волн" URL: <http://ikfia.ysn.ru/wp-content/uploads/2018/01/VinogradovaRudenkoSuhorukov1979ru.pdf> (Дата обращения 03.02.2023)
- 4) Марков Г.Т., Петров Б.М., Грудинская Г.П. Электродинамика и распространение радиоволн URL: [https://www.studmed.ru/markov-gt-petrov-bm-grudinskaya-gp-elektrodinamika-i-rasprostranenie-radiovoln\\_6b7ed73c390.html](https://www.studmed.ru/markov-gt-petrov-bm-grudinskaya-gp-elektrodinamika-i-rasprostranenie-radiovoln_6b7ed73c390.html) (Дата обращения 03.02.2023)
- 5) Стреттон «Теория электромагнетизма» URL: <http://ikfia.ysn.ru/wp-content/uploads/2018/01/Stretton1948ru.pdf> (Дата обращения 03.02.2023)

## Grading Policy

### Оценочные средства дисциплины: расчетное задание, экзамен.

Выполнение всех расчетных заданий в полном объеме является допуском к экзамену. Экзамен проводится в устной форме, в каждом билете по два вопроса из пройденного материала, в случае недостаточной полноты ответов, задаются дополнительные вопросы.

Оценка формируется по пятибалльной шкале, где:

**Оценка 5 - «Отлично»** – обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

**Оценка 4 - «Хорошо»** – обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

**Оценка 3 - «Удовлетворительно»** – обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

**Оценка 2 - «Неудовлетворительно»** – обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания, задачи.

## Тип самостоятельных заданий

Примеры экзаменационных вопросов:

1. Поле вертикального электрического диполя, расположенного на границе раздела двух сред (задача Зоммерфельда).
2. Дифракция на цилиндре кругового сечения. Связь краевой задачи с интегральными уравнениями (задача Штурма-Лувилля).