

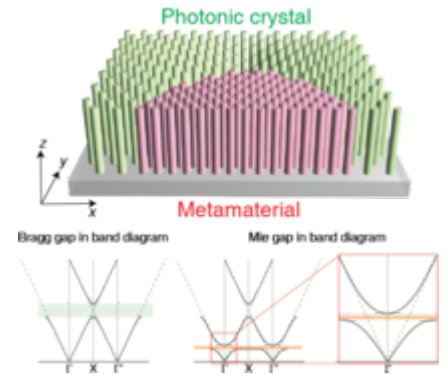
# Теория фотонных структур

**Лекторы:**

Михаил Рыбин

**Ассистент:**

Александр Соломонов

**Язык:**

Русский

**Трудоемкость:**

3 з.е.

**Форма контроля:**

Экзамен

**Образовательная программа:**

Фотоника и спинтроника

1

**Пререквизиты:**

Электродинамика

Линейная алгебра

Методы математической физики

Программирование

Лекции (ак.час)*	Практические занятия (ак.час)	Лабораторные занятия (ак.час)
20	14	
*1 академический час = 45 минутам		

В оригинальном курсе «Теория фотонных структур» студентам предлагается познакомиться с современными теоретическими методами расчета электромагнитных свойств фотонных структур. При этом сложность излагаемых подходов увеличивается по мере изучения материала. На лекциях приводятся: метод матриц переноса для расчета спектров пропускания и отражения, метод плоских волн для вычисления фотонных зонных структур одно-, двух- и трехмерных фотонных кристаллов и метаматериалов, мультипольные методы вычисления рассеяния Ми на одиночных частицах, а также теория многоволнового рассеяния для расчета распределения полей на кластерах отдельных частиц, а также на периодических структурах. На практических занятиях студенты реализуют теоретические подходы для лучшего усвоения материала.

## Содержание курса

### 1 семестр

#### Теория фотонных структур

##### Структура курса

Разделы	Лекции (ак.ч.)	Практика (ак.ч.)
<b>Часть I. Задачи на пропускание и отражение. Собственные состояния структур</b>		
1.1. Введение: основы электродинамики	2	
1.2. Метод матриц переноса	2	
1.3. Расчет спектров пропускания/отражения методом матриц переноса		2
1.4. Фотонные зонные структуры одномерных фотонных кристаллов	2	
1.5. Расчет зонных структур методом матриц переноса		2
1.6. Фотонные зонные структуры двумерных и трехмерных структур	2	
1.7. Расчет зонных структур двумерных фотонных кристаллов		2
<b>Часть II. Задачи рассеяния</b>		
2.1. Введение: функции Грина для уравнений электродинамики	2	
2.2. Расчет дифракции электромагнитной волны на системе рассеивателей в борновском приближении	2	
2.3. Расчет дифракции электромагнитной волны на двумерной решетке		2
2.4. Двумерный случай: мультипольное разложение, задача Ми	2	
2.5. Вычисление спектров рассеяния на протяженном цилиндре		2
2.6. Трехмерный случай: мультипольное разложение, задача Ми	2	
2.7. Вычисление спектров рассеяния на сферической частице		2
2.8. Резонансы в фотонике. Метод связанных диполей.	2	
2.7. Вычисление рассеяния на двух сферических частицах.		2
2.8. Теория многократного рассеяния	2	

#### Рекомендуемые ресурсы

- 1) Joannopoulos, J. D., Johnson, S. G., Winn, J. N. & Meade, R. D. Photonic Crystals: Molding the Flow of Light 2nd edn (Princeton Univ. Press, 2008).
- 2) Дж. Джексон «Классическая электродинамика», Мир, 1965, - 702 с.
- 3) М. Борн, Э. Вольф «Основы оптики», Наука, 1973. - 720 с.
- 4) А. Ярив, П. Юх «Оптические волны в кристаллах», Мир, 1987. - 616 с.
- 5) Климов, В. В. Наноплазмоника / В. В. Климов. — 2-е изд., испр. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 480 с. — ISBN 978-5-9221-1205-5. — Текст : электронный // Лань: [https://e.lanbook.com/book/2204?category\\_pk=923#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/2204?category_pk=923#book_name)

#### Политика оценивания

##### Оценочные средства дисциплины: практическое задание, устный экзамен.

Каждое практическое задание оценивается 10 баллами (рабочий код, графическое представление и описание результата). За каждое задание необходимо набрать не менее 5 баллов. Если хотя бы одно задание набрало менее 5 баллов, доступные баллы за выпускной экзамен ограничены 60 из 100.

Финальный экзамен. Итоговый экзамен будет в устной форме, состоящей из двух вопросов (35 баллов за каждый вопрос) и дополнительное обсуждение с лектором всех тем, затронутых в курсе (30 баллов). Максимальное количество баллов за выпускной экзамен - 100.

## Тип самостоятельных заданий

Вычислить спектр пропускания (в интервале длин волн 400-1200 нм) одномерного фотонного кристалла, состоящего из чередующихся слоев  $a\text{-SiO}_2$  и  $a\text{-SiO}_2\text{SiO}_2\text{H}$ . Число слоев  $a\text{-SiO}_2\text{SiO}_2\text{H}$  – 17, число слоев  $a\text{-SiO}_2$  – 18, структура находится в воздухе.

Толщина слоев  $a\text{-SiO}_2\text{SiO}_2\text{H}$  – 80 нм, слоев  $a\text{-SiO}_2$  – 120 нм.

При этом, толщина центрального слоя  $a\text{-SiO}_2\text{SiO}_2\text{H}$  удвоена – 160 нм.

Коэффициент преломления  $a\text{-SiO}_2\text{SiO}_2\text{H} = 2.2 + i0.0001$

Коэффициент преломления  $a\text{-SiO}_2 = 1.46$

Волна падает на структуру под нормальным углом.

Необходимо прислать по электронной почте:

1. Исходный текст вычисляющей программы (можно использовать любой язык программирования Matlab, C/C++, Python, Pascal, Fortran, Java и т.д.)
2. Спектр в простом текстовом формате (две колонки чисел: длина волны и коэффициент пропускания).
3. Построенный график спектра в формате png, gif или pdf (оси должны быть подписаны).
4. Текстовое описание графика (несколько предложений).

## Дополнительные комментарии

Курс преподается параллельно с курсом «Фотоника», преподаватель – М.Ф.Лимонов