

Photonics

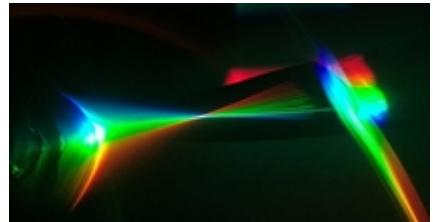
Lecturers:

Daniil Litvinov

Ilya Deriy

Assistants:

Olga Kushchenko

**Language:**

Русский

Credit points:

6 з.е.

Monitoring type:

Exam / Экзамен

Educational Program:

Nanophotonics

1 семестр

Computer Modeling of quantum and nanophotonic systems

1, 3 семестры

Quantum Materials

1, 3 семестры

Hybrid Materials

1, 3 семестры

Prerequisites:

Электродинамика

Lectures (a.h)*	Practice (a.h)	Labs (a.h)
32	0	0

***1 academic hour = 45 minutes**

The course aims at giving the students the basics of modern photonics and consider the basic practical tasks in this area. The course begins with a study of the theory of metallic and dielectric waveguides and optical resonators. The physical effects underlying the control of electromagnetic radiation are examined in detail. We will study methods that allow us to analyze the capture of light in resonators and its propagation in the simplest waveguide systems. Moreover, the course presents the basics of the theory of photonic crystals, coupled modes approach and scattering theory including Mie-task.

Курс направлен на то, чтобы дать студентам азы современной фотоники и рассмотреть основные практические задачи из этой области. Курс начинается с изучения теории металлических и диэлектрических волноводов и оптических резонаторов. Подробно рассмотрены физические эффекты, лежащие в основе управления электромагнитным излучением. Мы изучим методы, позволяющие анализировать захват света в резонаторах и его распространение в простейших волноводных системах. Кроме того, в курсе рассказывается о основах теории фотонных кристаллов, теории связанных мод и теории рассеяния, включая задачу Мие.

Course content

1 semester

Photonics (Nanophotonics)

Структура курса

Sections	Lectures (ac.h.)
Part I. Waveguides	
1.1. Geometrical theory of waveguides	2
1.2. Parallel plate hollow waveguide with metal claddings	2
1.3. Parallel plate dielectric waveguide	2
1.4. Cylindrical waveguides and optical fibers	2
Part II. Theory of resonators	
2.1. General theory of resonance systems	2
2.2. Fabry-Perot resonator	2
2.3. S-matrix and its properties	2
2.4. Whispering gallery mode resonators	2
Part III. Photonic crystals	
3.1. T-matrix for multilayer medium	2
3.2. 1D photonic crystal	2
3.3. Photonic band gap and quarter-wave condition	2
3.4. Effective medium approximation for multilayer structures	2
Part IV. Scattering theory	
4.1. Vector harmonics	2
4.2. Mie problem for a sphere	2
4.3. General theory of scattering	2
4.4 Rayleigh scattering	2
Part V. Coupled mode theory	
5.1. Reciprocity theorem	2
5.2. Coupling between two parallel waveguides	2
5.3. Power exchange between two coupled parallel waveguides	2

1 семестр

Фотоника (трек Нанофотоника)

Структура курса

Разделы	Лекции (ак.ч.)
Часть I. Волноводы	
1.1. Геометрическая теория волноводов	2
1.2. Плоско параллельный волновод с металлическими обкладками	2
1.3. Плоско параллельный диэлектрический волновод	2
1.4. Цилиндрический волновод и оптическое волокно	2

Часть II. Резонаторы	
2.1. Теория резонансных систем	2
2.2. Резонатор Фабри-Перо	2
2.3. S-матрица и ее свойства	2
2.4. Резонаторы галереи шепчущих мод	2
Часть III. Фотонные кристаллы	
3.1. Т-матрица для многослойной среды	2
3.2. 1D фотонные кристаллы	2
3.3. Запрещенная зона	2
3.4. Приближение эффективной среды	2
Часть IV. Теория рассеяния	
4.1. Векторные гармоники	2
4.2. Задача Ми для сферы	2
4.3. Общая теория рассеяния	2
4.4. Рассеяние Релея	
Часть V. Теория связанных мод	
5.1. Теорема взаимности	2
5.2. Связь двух параллельных волноводов	2
5.3. Обмен энергией между двумя связанными волноводами	2

Recommended resources

1. L. D. Landau, et al. Electrodynamics of continuous media. Vol. 8. Elsevier (2013). [ENG]
2. L. D. Landau, and E.M. Lifshitz. The classical theory of fields. (1971). [RUS]
3. L. Novotny and B. Hecht. Principles of nano-optics. Cambridge university press (2012). [ENG]
4. M. Born and E. Wolf. Principles of optics: electromagnetic theory of propagation,interference and diffraction of light. Elsevier (2013).[ENG]
5. J. D. Joannopoulos, et al. Photonic crystals: molding the flow of light. Princeton university press (2011). [ENG]
6. K. Sakoda. Optical properties of photonic crystals. Vol. 80. Springer Science & Business Media (2004). [ENG]
7. A. W. Snyder and J. Love. Optical waveguide theory. Springer Science Business Media (2012) [ENG]
8. M.J. Adams. An introduction to optical waveguides. Vol. 14. New York: Wiley, 1981. [ENG]
9. M. L. Gorodetsky, Optical Microresonators with Giant Quality factor (Fizmatlit, Moscow, 2011). [RUS]
10. J. D. Jackson, John D. Classical Electrodynamics (3rd ed.). New York: John Wiley & Sons (1999). [ENG]
11. Bohren C. F., Huffman D. R. Absorption and scattering of light by small particles. John Wiley Sons, 2008. [ENG]
12. «Matthew Schwartz - Lecture 19: Diffraction and resolution» [ENG]
- 13 <http://www.gmrt.ncra.tifr.res.in/joardar/lecHtmlPages/lectures/03-Polarimetry.pdf> [ENG]
14. «Физика. Теоретический минимум» Online course [RUS]
15. «Оптика» Online course [RUS]

Grading Policy

Types of assessment in this course: hometask, colloquium, exam.

Home tasks:

- After each lecture you get a home task;
- The solved home task should be sent to the lecturer assistant by the deadline;
- Each home task has a deadline. If you didn't send your home tasks to the lecturer assistant by the deadline without reasonable excuse, the home task is accounted as failed;
- Homework scores can be increased at the midterm attestation (for homework with a deadline before the midterm attestation) and before the exam (for other homework).

Midterm attestation:

- During the midterm attestation, students can correct their homework scores. To do this, the student should submit the corrected work before the deadline and defend it at the midterm attestation;
- If the homework was sent after the deadline, the scores for it can not be increased.

Admission to final exam:

In order to admitted to the final exam you should have 70% of points for home tasks.

Final exam:

The final grade is completely determined by the final exam. The final exam consists of answering two questions of the question list and discussion with lecturer or lecturer assistant.

Оценочные средства дисциплины: домашнее задание, коллоквиум, экзамен**Домашние задания:**

- После каждой лекции вы получаете домашнее задание;
- Решенное домашнее задание должно быть отправлено ассистенту лектора к установленному сроку;
- Для каждого домашнего задания установлен дедлайн. Если вы не отправили свои домашние задания ассистенту преподавателя в установленный срок без уважительной причины, домашнее задание считается невыполненным;
- Баллы за домашние задания могут быть увеличены на промежуточной аттестации (за домашние задания, срок выполнения которых истекает до промежуточной аттестации) и перед экзаменом (за остальные домашние задания).

Промежуточная аттестация:

- Во время промежуточной аттестации студенты могут исправить свои оценки за домашнее задание. Для этого студент должен отправить исправленную работу до установленного дедлайна и защитить ее на промежуточной аттестации;
- Если домашнее задание было отправлено после дедлайна, баллы за него не могут быть увеличены.

Допуск к итоговому экзамену:

Для допуска к итоговому экзамену у вас должно быть не менее 70% баллов за выполнение домашних заданий.

Итоговый экзамен:

Итоговая оценка полностью определяется итоговым экзаменом. Итоговый экзамен состоит из ответов на два вопроса из списка вопросов и обсуждения с преподавателем или ассистентом преподавателя.