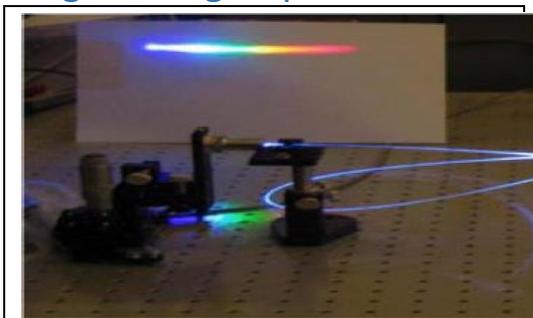


## Описание курса «Нелинейная фотоника» ФТФ Университета ИТМО / Syllabus “Nonlinear Photonics” at Physics and Engineering Department ITMO University



1. Название: Нелинейная фотоника  
Course title: Nonlinear Photonics

2. Лектор: Юлин Алексей  
Ассистенты: Дарья Долинина  
Lecturer: Alexey Yulin  
Assistants: Daria Dolinina

3. Краткая аннотация (500-700 символов, на простом и доступном языке):

Курс, фактически, является обзорным курсом по теории нелинейных волн в приложении к задачам нелинейной оптики. В курсе рассмотрены вопросы взаимодействия нелинейных волн, формирования и динамики нелинейных автоструктур и исследования их бифуркаций.

Курс начинается с изложения его логической структуры и повторения основных понятий теории колебаний и волн (дисперсия, дифракция, фазовые и групповые скорости, методы теории возмущений). Затем в курсе обсуждаются различные нелинейные эффекты, например, такие как генерация второй и третьей гармоники, параметрическая генерация, четырехволновое смешение и обращение волнового фронта. Во второй части курса рассматривается формирование и динамика различных нелинейных оптических структур в консервативных и диссипативных средах. В заключении проводится краткий обзор применения изученных методов для анализа поведения химических и биологических систем.

Short annotation (500-700 characters, in plain and simple language):

The course is a brief review of theory of nonlinear oscillations and waves in the context of nonlinear optics. The course addresses the interaction of nonlinear waves, the formation and the dynamics of the nonlinear patterns and solitary waves and their bifurcations.

The lectures start with the introduction and brief overview of the basic phenomena like dispersion, diffraction, phase and group velocities, etc. Then various nonlinear effects are considered: generation of the second and third harmonics, phase matching condition, parametric effects, three and four waves mixing. In the second part of the course the formation and the stability of nonlinear patterns are considered in the conservative and dissipative

systems. In the conclusion it is discussed how the methods of nonlinear waves can be implemented to describe chemical and biological systems.

5. Название программы и семестр:

6. Детальное описание курса с разбиением по лекциям/семинарам/практикам:

	Тема	Тип занятий
1	Введение. Краткий обзор теории колебаний и волн	Лекция + семинар
2	Оптические нелинейности.	Лекция
3	Оптические волноводы, метод медленно меняющейся амплитуды	Лекция + семинар
4	Генерация второй и третьей гармоник. Фазовый синхронизм.	Лекция
5	Трехволновое смешение, параметрическая генерация волн. Четырехволновое смешение, обращение волнового фронта.	Лекция (3) + семинар
6	Взаимодействие света с веществом. Лазеры.	Лекция(2) + семинар
7	Ударные и докализованные волны. Образование автоструктур. Оптические вихри.	Лекция(4)+семинар
8	Взаимодействие оптических автоструктур. Синхронизация .	Лекция
9	Нелинейные волны в химии и биологии	Лекция

Detailed content and structure with sectioning of lectures/seminars:

	Topic	Class type
1	Introduction. Brief review on nonlinear oscillations and waves.	Lecture + Seminar
2	Optical nonlinearities.	Lecture
3	Optical waveguides. Slow varying amplitude approach.	Lecture+ seminar
4	Second and third harmonic generation. Phase matching condition.	Lecture
5	Three wave mixing. Parametric effects. Four waves mixing.	Lecture(3) + seminar
6	Light-matter interactions. Lasers.	Lecture (2) + seminar
7	Shock waves. Solitary waves, Pattern formation. Optical vortices.	Lecture (4) + seminar
8	Interaction of nonlinear optical patterns. Synchronization.	Lecture
9	Nonlinear waves in chemistry and biology	Lecture

7. Рекомендованная литература:

1. G. Agraval, "Nonlinear Fiber Optics", 2013, Elsevier

2. K. Staliunas, V. Sanchez-Morcillo, "Transverse Patterns in nonlinear optical resonators", 2003, Springer-Verlag
3. S.H. Strogatz, "Nonlinear dynamics and chaos", 2013 CRC Press
4. L. Ostrovsky, "Asymptotic Perturbation Theory of Waves", 2015, Imperial College Press
5. М.И. Рабинович, Д.И. Трубецков, «Введение в теорию колебаний и волн»б 1984, "Наука"
6. Н.М. Рыскин, Д.И. Трубецков, «Нелинейные волны»б 2017, Ленанд

2. Предварительно пройденные курсы, необходимые для изучения предмета:

Мат. анализ  
Теория дифференциальных уравнений  
Математическая физика

Calculus  
Differential equations  
Mathematical physics

9. Тип самостоятельных заданий (пожалуйста, приложите также несколько примеров):  
Assignments (please, attach a couple of examples):

Распространение волны в волноводе описывается обобщенным нелинейным уравнением Шредингера с дисперсией третьего порядка  $i\partial_t U = \partial_x^2 U + i\beta\partial_x^3 U + \alpha|U|^2 U$ . Найдите стационарные решения в виде плоских волн и проанализируйте их линейную устойчивость.

Waves in a waveguide are described by generalized nonlinear Schroedinger equation  $i\partial_t U = \partial_x^2 U + i\beta\partial_x^3 U + \alpha|U|^2 U$ . Find a family of solutions in the form of plane waves and examine their linear stability.

Джозефсоновский переход описывается уравнением физического маятника с большим трением  $\partial_t A + \sin A = J + f \sin(\omega t)$ , где  $J$  – постоянный ток, протекающий через переход, а  $f \sin(\omega t)$  – слабый переменный ток с частотой  $\omega$ . Найти условия синхронизации джозефсоновского перехода внешним сигналом.

An overdamped Josephson junction is described by the equation  $\partial_t A + \sin A = J + f \sin(\omega t)$ , where  $J$  is a DC current through the junction and  $f \sin(\omega t)$  is the AC current of the frequency  $\omega$ . Find the synchronization condition of the junction by the external AC signal.

10. Как оценивается успеваемость по курсу:  
Grading policy:

Оценка за курс выставляется по результатам устного экзамена. Выполнение домашних заданий приветствуется и может принести дополнительный балл на экзамене.

Final grade is based on the final oral exam. Solution of the homework problems is not mandatory but is strongly recommended and can increase the mark given at the final exam.

11. Дополнительные комментарии: Без дополнительных комментариев  
Additional comments: No additional comments