# Физико-технический факультет Университета ИТМО Physics and Engineering Department of ITMO University

|  |
| --- |
|  |

**1.Название:** Наноплазмоника

**Course title:** Nanoplasmonics

**2. Лектор:** Владимир Чалдышев

**Lecturer:** Vladimir Chaldyshev

**3. Краткая аннотация:**

Наноплазмоника это раздел нанофотоники, в котором предметом изучения и использования являются взаимодействие электро-магнитных волн с колебаниями электронной системы в наночастицах, наноструктурах и метаматериалах. Уникальность наноплазмонных систем состоит в возможности уменьшить длину волны видимого света до нескольких десятков нанометров; усилить взаимодействие света с веществом в 10000000000 раз; создать новые оптические среды, например, обладающие отрицательным коэффициентом преломления; реализовать “совершенные” линзы, работающие далеко за дифракционным пределом. Базовая теория, принципы, возможности, ограничения и практические применения наноплазмоники являются предметом изучения в данном курсе.

**Short annotation:**

Nanoplasmonics is a part of nanophotonics aimed on the theoretical study and practical applications of interaction of the electro-magnetic waves with oscillations in the systems of electrons in nanoparticles, nanostructures and metamaterials. The unique capabilities of the plasmonic systems include shrinking of the visible-light wavelengths to several tens of nanometers; enhancement of the light-matter interaction by the factor of 10000000000; formation of novel optical media, for instance, with negative index of refraction; creation of “perfect” lenses operating fare beyond the diffraction limits. In this course we study basic theory, principals, possibilities, limitations and applications of nanoplasmonics.

**4. Название программы и семестр:** Физика полупроводников, 3-й семестр

**Study program and semester:** Semiconductor physics, 3st semester

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

1. Введение в наноплазмонику
2. Технологии получения наночастиц
3. Диэлектрические свойства свободного электронного газа.
4. Объемные плазмоны. Энергия электромагнитного поля.
5. Поверхностные плазмоны-поляритоны. Основные соотношения и дисперсия.
6. Поверхностные плазмоны-поляритоны. Методы возбуждения и наблюдения.
7. Локализованные поверхностные плазмоны в суб-волновых сферических металлических частицах.
8. Локализованные поверхностные плазмоны в суб-волновых металлических частицах. Влияние размера, формы и покрытия.
9. Взаимодействие и связь между локализованными плазмонами.
10. Метаматериалы и метаповерхности.
11. Прохождение излучения через малые отверстия и тонкие пленки.
12. Плазмонное усиление вторичного излучения.
13. Метаматериалы с отрицательным коэффициентом преломления.
14. Стимулированная эмиссия излучения поверхностными плазмонами (SPASER)

**Detailed content and structure with sectioning of lectures/seminars:**

1. Introduction to Nanoplasmonics
2. Technology of Nanoparticles
3. Dielectric Properties of Free Electron Gas.
4. Bulk Plasmons. Energy of Electromagnetic Field.
5. Surface Plasmon Polaritons. Basic Relations and Dispersion.
6. Surface Plasmon Polaritons. Excitation and Observation.
7. Localized Surface Plasmons in a Sub-Wavelength Spherical Metal Particle.
8. Localized Surface Plasmons in a Sub-Wavelength Metal Particle. Influence of Size, Shape, Coating.
9. Coupling Between Localized Plasmons.
10. Metamaterials and Metasurfaces.
11. Transmission of Radiation Through Apertures and Films.
12. Plasmonic Enhancement of Secondary Radiation.
13. Negative-Index Metamaterials.
14. Surface Plasmon Amplification by Stimulated Emission of Radiation (SPASER)

**6. Рекомендованная литература:**

* В. В. Климов. Наноплазмоника. Физматлит. М. 2009 (**ISBN-13:** 978-5-9221-1030-3)
* С.А. Майер. Плазмоника: теория и приложения. М. 2011 (**ISBN-13:** 978-5-93972-875-

**Textbooks:**

* V. V. Klimov. Nanoplasmonics.  Taylor and Francis 2013 (eBook Pan Stanford). (**ISBN-13:** 978-9814267168 **ISBN-10:** 9814267163)
* S.A. Maier. Plasmonics: Fundamentals and Applications. Springer, 2007. (**ISBN** 978-0387-33150-8 **e-ISBN** 978-0387-37825-1)

**7. Предварительно пройденные курсы, необходимые для изучения предмета:**

общая физика, высшая математика.

**Course prerequisites:**

General Physics, Calculus.

**8. Самостоятельные задания:**

(1) Определить параметры плазмонного резонанса на открытой поверхности Ag и поверхности, покрытой слоем SiO.

(2) Какое диэлектрическое покрытие может сделать наночастицу Ag невидимой для света с длиной волны 0.63 мкм?

**Home assignments:**

(1) Determine parameters of еру plasmon resonance on the open Ag surface and Ag surface coated by SiO.

(2) What dielectric coating can make Ag nanoparticles invisible for 0.63 μm light?

**9. Как оценивается успеваемость по курсу:** по пятибалльной шкале оценивается выполненная самостоятельная работа и устные ответы на теоретические вопросы по курсу на экзамене.

**Grading policy:** five-point grading includes the home project and verbal answers to the questions at the exam on theory.

**10. Дополнительные комментарии:** Курс читается на английском языке.

**Additional comments:** The course is given in English.