

## Кафедра общей физики

1. **Лектор:** профессор Слепков Александр Иванович

**Название курса** на русском и английском языках:

Волны в однородных и неоднородных средах

Waves in homogeneous and inhomogeneous media

**Аннотация:**

В рамках курса рассматриваются основные свойства волн в различных средах. Курс состоит из четырех частей. В первой части рассматриваются основные свойства волн малой амплитуды: потоки энергии, возникновение пространственной и временной дисперсии, особенности периодической и аperiodической связи между волнами. Во второй части рассматриваются основные свойства нелинейных волн. Анализируется поведение простых волн, волн в среде с диссипацией (уравнение Бюргерса), в среде с дисперсией, описываемой уравнением Кортевега - Де Вриза. В третьей части анализируется распространение волн в направляющих системах, на примере электромагнитных волн рассматривается распространение волн в однородных и периодических волноводах. Четвертая часть посвящена особенностям генерации волн (электромагнитных). Рассмотрение ведется на примере вакуумной высокочастотной электроники.

**Abstract:**

The course deals with the basic properties of waves in various media. The course consists of four parts. The first part discusses the basic properties of waves of small amplitude: energy flows, the occurrence of spatial and temporal dispersion, especially periodical and aperiodical wave coupling. The second part covers the basic properties of nonlinear waves. Analyzes the behavior of simple waves, waves in a medium with dissipation (Burgers equation), in a medium with dispersion described by the Korteweg - De Vries equation. In the third part analyzes the wave propagation in the guide systems. As example electromagnetic waves, is considered the wave propagation in homogeneous and periodic waveguides. The fourth part is devoted to the peculiarities of the generation of waves (electromagnetic). The review is conducted on the example of vacuum microwave electronics.

2. **Лектор:** доцент Клавсюк Андрей Леонидович

**Название курса** на русском и английском языках:

Введение в теорию конденсированного состояния вещества

Introduction to the Theory of Condensed Matter

**Аннотация:**

Теория конденсированного состояния вещества занимается изучением свойств кристаллических твердых тел. Физика конденсированного состояния сводится, в сущности, к установлению связи между свойствами индивидуальных атомов и молекул и свойствам, обнаруживаемыми при объединении огромного числа одинаковых атомов в кристаллы. Благодаря успехам в данной области стали возможными огромные достижения в квантовой электронике и других областях, связанных с созданием новых материалов с уникальными свойствами. Поэтому теория конденсированного состояния является одним из важнейших направлений в науке на сегодняшний день. Настоящий курс посвящен анализу физических свойств кристаллов, последовательному построению аналитических моделей при исследовании различных явлений в теории конденсированного состояния вещества. Последовательно рассматриваются термодинамические свойства кристаллов, различные приближенные модели. На основе теории взаимодействия рентгеновского и нейтронного излучений с фононной подсистемой анализируется упругое и неупругое рассеяние частиц кристаллом. Помимо классических явлений и моделей большое внимание уделено современным подходам при изучении свойств твердого тела.

**Abstract:**

The theory of condensed matter has been studying the properties of crystalline solids. Condensed matter physics is reduced to establish a connection between the properties of individual atoms and molecules and properties detectable by combining a huge number of identical atoms in crystals. Due to advances in this area it has been made possible huge advances in quantum electronics and other fields related to the creation of new materials with unique properties. Therefore, the theory of condensed matter is one of the most important areas in science today. This course focuses on the analysis of the physical properties of crystals, consistent construction of analytical models in the study of various phenomena in the theory of condensed matter. Consistently considered the thermodynamic properties of crystals, various approximate models. Based on the theory of the interaction of X-ray and neutron radiation with the phonon subsystem analyzes the elastic and inelastic scattering of particles crystal. In addition to the classical models of phenomena the great attention is paid to modern approaches in the study of the properties of solids.

3. **Лектор:** профессор Салецкий Александр Михайлович

**Название курса** на русском и английском языках:

Оптические методы исследования молекулярных систем

Optical methods for studying molecular systems

**Аннотация:**

В специальном курсе «Оптические методы исследования молекулярных систем» последовательно излагаются принципы молекулярной оптики и молекулярной спектроскопии. Рассматриваются современные спектральные приборы, источники, включая лазерные, и приемники света. Представлены методы абсорбционной, люминесцентной, ИК- и КР-спектроскопии. Излагаются физические основы каждого из методов, рассматриваются конкретные схемы экспериментальных установок, дается анализ возможностей комплексного использования данных методов для установления физических параметров молекул и веществ.

**Abstract:**

In the special course "Optical Methods of Research of Molecular Systems" the principles of molecular optics and molecular spectroscopy are consistently stated. Modern spectral devices, sources, including laser, and light detector are considered. Methods absorbing, luminescent, IR - and Raman spectroscopy are presented. Physical bases of each of methods are stated, concrete schemes of experimental installations are considered, the analysis of opportunities of complex use of these methods for establishment of physical parameters of molecules and substances is given.

4. **Лектор:** профессор Караваяев Владимир Александрович

**Название курса** на русском и английском языках:

Спектроскопические методы в биофизике и экологии

**Аннотация:**

Рассматриваются основные закономерности взаимодействия света с биологическими объектами, дается представление о фотобиологических процессах и общий обзор спектроскопических методов, используемых при изучении их первичных стадий. Подробно рассматриваются люминесцентные методы, используемые при изучении структурно-функциональной организации фотосинтетического аппарата растений: методы быстрой и медленной индукции флуоресценции, метод определения функционального состояния растений по спектрам флуоресценции зеленого листа, метод термолюминесценции. Даются основы метода электронного парамагнитного резонанса и его применения при изучении биологических объектов. Студенты знакомятся с хемилюминесценцией в биологических системах, биофизическими основами зрения, методами флуоресцентных зондов и спиновых меток. Изложение материала сопровождается многочисленными примерами использования спектроскопических методов исследования в экологическом мониторинге.

5. **Лектор:** профессор Манцызов Борис Иванович

**Название курса** на русском и английском языках:

Оптика фотонных кристаллов и наносистем

Optics of photonic crystals and nanosystems

**Аннотация:**

Специальный курс «Оптика фотонных кристаллов и наносистем» посвящен анализу и обобщению результатов теоретических и экспериментальных исследований линейных оптических явлений, возникающих при взаимодействии лазерного излучения с наносистемами и линейными периодическими средами (фотонными кристаллами) в условиях брэгговской дифракции. К таким явлениям относятся: кинематическая и динамическая брэгговская дифракция монохроматических волн и сверхкоротких лазерных импульсов в геометриях Брэгга и Лауэ в фотонных кристаллах; формирование запрещенных фотонных зон; медленный свет и локализация света в фотонно-кристаллических волноводах и дефектах; эффекты пространственного и временного расщепления, селективной компрессии и фокусировки оптических импульсов при динамической дифракции по схеме Лауэ; локализация света в наноантеннах. Вышеперечисленные оптические явления имеют непосредственное значение для разработки новых методов управления параметрами и динамикой коротких оптических импульсов. С методической точки зрения материал курса излагается таким образом, чтобы читатель смог самостоятельно ставить и решать новые задачи на основе рассмотренных методов и подходов.

**Abstract:**

Special course "Optics of photonic crystals and nanosystems" is devoted to the analysis and synthesis of the results of theoretical and experimental studies of linear optical phenomena occurring in the interaction of laser radiation with nanosystems and linear periodic media (photonic crystals) under condition of the Bragg diffraction. These phenomena include: kinematic and dynamic Bragg diffraction of monochromatic waves and ultrashort laser pulses in the Bragg and Laue geometries in photonic crystals; the formation of forbidden photonic band gaps; slow light and localization of light in photonic crystal waveguides and defects; effects of spatial and temporal splitting, selective compression and focusing of optical pulses in the Laue scheme of dynamical diffraction; localization of light in nanoantenna. The above optical phenomena are of direct importance for the development of new methods for controlling the parameters and dynamics of short optical pulses. From the methodological point of view, the course material is presented in such a way that the reader was able to independently formulate and solve new problems based on the review of methods and approaches.

6. **Лектор:** профессор Деденко Леонид Григорьевич

**Название курса** на русском и английском языках:

Вычислительные методы специализированных задач

Technique of simulations of special problems

**Аннотация:**

В настоящее время реализация любого эксперимента должна сопровождаться моделированием сигналов во всех детекторах установки. В лекционном курсе содержатся базовые знания о принципах построения современных компьютерных программ. Приводятся примеры стандартных пакетов программ (GEANT4, CORSIKA и т.д.), которые используются в мировой практике. В рамках курса студенты познакомятся с принципами моделирования сигналов в датчиках физических величин. Подробно рассматривается метод Монте Карло. Рассматриваются примеры известных экспериментов по спутниковой навигации, по проверке эффектов специальной теории относительности, по измерению скорости мюонных нейтрино, по детектированию солнечных нейтрино. Рассматриваются основания для постулирования существования темной материи и кратко анализируются эксперименты по ее обнаружению. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования.

**Abstract:**

All data of any experiment should be compared with the appropriate simulations. The basic knowledge of contemporary program construction is included in the course. The examples of the standard packages GEANT4, CORSIKA and some others codes which are commonly used are discussed.

Students are informed in general how to calculate signals in any detectors. The method Monte Carlo is discussed in some details. Some experiments on the special relativity theory testing, the satellite navigation, measuring of neutrino velocity, detection of solar neutrinos are discussed. The existence of dark matter is discussed and some underground experiments to detect possible dark particles are examined. Lectures are delivered with help of the multimedia tools and other projectors.

7. **Лектор:** профессор Авакянц Лев Павлович

**Название курса** на русском и английском языках:

Оптическая спектроскопия низкоразмерных структур

Optical Spectroscopy of Low Dimensional Structures

**Аннотация:**

Настоящий учебный курс предназначен для студентов старших курсов физического факультета МГУ в рамках магистерской (бакалаврской) программы. В рамках курса студенты должны получить представление об оптических свойствах твердотельных наноструктур, технологии их изготовления и применении в приборах наноэлектроники и оптоэлектроники.

Для освоения данной дисциплины необходимы знания, полученные в рамках общего курса физики, курсов теоретической механики, электродинамики, квантовой механики, физики твердого тела и оптики полупроводников, диэлектриков, металлов, а также математических дисциплин - линейной алгебры, анализа, теории функций комплексного переменного. В свою очередь, знания, умения и навыки, полученные в рамках данного курса, могут быть использованы при изучении курсов физики твердого тела, нанофизики, оптической спектроскопии конденсированных сред.

**Abstract:**

This course is designed for senior students of the Physics Department of Moscow State University as part of the Master (bachelor) program. As part of the course, students should get an idea about the optical properties of solid state nanostructures, manufacturing methods and applications in nanoelectronics and optoelectronics devices. For the development of this discipline requires knowledge obtained in the framework of general physics course, courses of theoretical mechanics, electrodynamics, quantum mechanics, solid state physics and optics, semiconductors, dielectrics, metals, and mathematics disciplines - linear algebra, analysis, theory of functions of a complex variable. In turn, the knowledge, abilities and skills learned in this course can be used in the study courses of Solid State Physics, Nanophysics, optical spectroscopy of condensed matter.

8. **Лектор:** профессор Русаков Вячеслав Серафимович

**Название курса** на русском и английском языках:

Физические основы мессбауэровской спектроскопии

Physical basis of Mössbauer spectroscopy

**Аннотация:**

Содержание дисциплины «Физические основы мессбауэровской спектроскопии» посвящено изложению теоретических основ эффекта Мессбауэра, динамических свойств и сверхтонких взаимодействий ядер в твердом теле. В курсе рассматриваются такие вопросы, как:

- характеристики ядерного энергетического перехода и излучения;
- сущность эффекта Мессбауэра, схемы распада материнского ядра и мессбауэровского перехода, основные характеристики мессбауэровских изотопов;
- динамические свойства мессбауэровских ядер и вероятность эффекта;
- электрическое монополюсное сверхтонкое взаимодействие и зарядовая плотность электронов в области расположения ядра, механизмы формирования зарядовой плотности;
- электрическое квадрупольное сверхтонкое взаимодействие и тензор градиента электрического поля в области расположения ядра, механизмы формирования неоднородного электрического поля в области расположения ядра;
- магнитное дипольное сверхтонкое взаимодействие и механизмы формирования эффективного магнитного поля в области расположения ядра, комбинированное сверхтонкое взаимодействие.

Особое внимание уделяется взаимосвязи структурного, валентного, зарядового и спинового состояний мессбауэровского атома, а также особенностей атомной, кристаллической, магнитной и электронной структур исследуемого вещества с характеристиками сверхтонкого взаимодействия мессбауэровских ядер.

**Abstract:**

The content of the discipline "Physical basis of Mössbauer spectroscopy" is devoted to presenting the theoretical foundations of the Mossbauer Effect, the dynamic properties and hyperfine interactions of nuclei in a solid. The course examines such issues as:

- characteristics of nuclear energy transition and radiation;
- the essence of the Mossbauer effect, decay schemes of the parent nucleus and the Mössbauer transition, the main characteristics of Mössbauer isotopes;
- dynamic properties of Mössbauer nuclei and the probability of the effect;
- electric monopole hyperfine interaction and electron charge density in the vicinity of the nucleus, the mechanisms of formation of charge density;
- electric quadrupole hyperfine interaction and electric field gradient tensor in the vicinity of the nucleus, the mechanisms of formation of nonuniform electric field in the vicinity of the nucleus;
- magnetic dipole hyperfine interaction and the mechanisms of formation of the effective magnetic field in the vicinity of the nucleus, combined hyperfine interaction.

Special attention is paid to the relationship of structural, valence, charge and spin states of the Mössbauer atom and atomic, crystalline, magnetic and electronic structures of the analyzed substance with the characteristics of the hyperfine interaction of Mossbauer nuclei.

9. **Лектор:** доцент Кокшаров Юрий Алексеевич

**Название курса на русском и английском языках:**

Магнетизм наносистем.

Magnetism of nanosystems

**Аннотация:**

Многие современные магнитные материалы относятся к наносистемам, включающие в себя нанобъекты – наночастицы, нанотрубки, наностержни и др. К наносистемам можно отнести также молекулярные магнетики, фуллерены, монослои и т.п. Магнитные свойства наносистем могут заметно отличаться от свойств объёмных материалов, в частности, благодаря поверхностным и квантово-размерным эффектам. Курс включает изложение теоретических представлений о магнетизме наносистем и обзор результатов экспериментального исследования таких систем. Обсуждаются основные методы определения структуры и магнитных характеристик наносистем (электронная микроскопия, магнитометрия, резонансные методики). Рассмотрены современные подходы к анализу реальной внутренней структуры нанобъектов, а также эффектов их взаимодействия друг с другом. Уделено внимание возможным практическим применениям магнитных наносистем (хранение информации, спинтроника, направленная доставка лекарств и др.). Изучение спецкурса предполагает знание электромагнетизма в объёме курса общей физики и основ физики твёрдого тела.

**Abstract:**

Many modern advanced magnetic materials can be considered as nanosystems which include various nanoobjects – nanoparticles, nanotubes, nanorods etc. Molecular magnetics, fullerenes, monolayers have many features typical of nanosystems. Magnetism of nanosystems is very special due to surface and size effects. The lectures present basic theoretical idea and review experimental results concerning various aspects of magnetic phenomena in nanosystems. The electron and magnetic microscopy, magneto-resonance techniques and other related structure and magnetic modern experimental methods are discussed. We suppose to consider some realistic theoretical models of internal structure of nanoobjects and interactions effects. Various applications of magnetic nanosystems are reviewed, e.g. information storage, spintronics, drug delivering etc. To understand the lectures students should have strong background in classical electromagnetism and solid state physics.

10. **Лектор:** старший преподаватель Власова Ирина Михайловна

**Название курса на русском и английском языках:**

Общая биофизика

General Biophysics

**Аннотация:**

Специальный курс «Общая биофизика» посвящен изложению основ биофизики как на молекулярном и клеточном уровне, так и на уровне организма человека. Изложение курса начинается с рассмотрения теоретических основ биофизики – молекулярной биофизики, биофизики сложных систем. Затем изложение курса переходит к применению теоретических концепций в анализе конкретных биологических процессов – биофизике клеточных процессов, биофизике мембранных процессов, биофизике межклеточных коммуникаций, биофизике биоэнергетики клетки. В данном курсе рассматривается биофизика процессов, протекающих на разных структурных уровнях организации живого. Курс рассчитан, прежде всего, на студентов физического факультета МГУ, которые интересуются различными приложениями современной технологической экспериментальной физики к биологическим объектам. Задача курса состоит в демонстрации для студентов единства многообразия биологических явлений путем раскрытия общих молекулярных механизмов взаимодействий, которые лежат в основе биологических процессов. С методической точки зрения материал курса излагается таким образом, чтобы студент смог самостоятельно ставить и решать новые биофизические задачи на основе рассмотренных методов и подходов. Данный курс имеет электронную версию для презентации. Лекции курса читаются с использованием современных мультимедийных возможностей.

**Abstract:**

Special course “General Biophysics” is devoted to the presentation of the biophysics foundations as at the molecular and cellular level and at the level of the human organism. The presentation of the course begins from a review of the theoretical foundations of biophysics – molecular biophysics, biophysics of complex systems. Then the course presentation turns to the application of theoretical concepts to analysis of biological processes – biophysics of cellular processes, biophysics of membrane processes, biophysics of intercellular communications, biophysics of cell bioenergetics. This course is devoted to biophysics of processes at different structural levels of organization. The course is constructed primarily for students of Physics Faculty of Moscow University who are interested in various applications of modern techniques to biological objects. The aim of the course is to demonstrate to students the unity of diversity of biological phenomena by description of the molecular mechanisms of the interactions that lie in basis of biological processes. From the methodological point of view, the course material is presented so that the student can able to set and solve new biophysical tasks by the basis of considered methods and approaches. This course has the electronic version of the presentation. Lectures of course are accompanied by modern multimedia technologies.

11. **Лектор:** доцент Лукашѐва Екатерина Викентьевна

**Название курса на русском и английском языках:**

Микромагнетизм

Micromagnetism theory

**Аннотация:**

В основе микромагнетизма лежит классическая феноменологическая макроскопическая теория. Она не ставит своей целью объяснение природы спонтанной намагниченности, магнитной анизотропии и других эффектов, присущих магнитоупорядоченным веществам. В теории микромагнетизма эти эффекты постулируются и учитываются соответствующим образом записанными выражениями для полной свободной энергии. Теория ставит своей задачей

найти пространственное распределение намагниченности и зависимость его от времени, исходя только из выражений для свободной энергии и общих уравнений равновесия и движения вектора намагниченности.

В курсе рассматриваются различные типы магнетиков: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, ферримагнетики и т.д. Особое внимание уделяется ферромагнетикам и ферритам. Изучаются виды взаимодействий в магнетиках. Подробно рассматриваются статические магнитные структуры, реализуемые в этих веществах, экспериментальные способы обнаружения и исследования этих структур. Во второй части курса рассматривается динамика намагниченности: микромагнитное уравнение, уравнение движения намагниченности (уравнение Ландау-Лифшица) с различными релаксационными слагаемыми, изучается ферромагнитный резонанс, выводится дисперсионное соотношение для спиновых волн в магнитных плёнках. Также изучается движение магнитных неоднородностей стационарного профиля и модель Уокера для движения доменной стенки. Внимание уделяется и колебательному движению доменной границы.

**Abstract:**

At the heart of micromagnetism lies classical phenomenological macroscopic theory. It does not aim to explain the nature of the spontaneous magnetization, magnetic anisotropy and other effects inherent in magnetically ordered materials. In micromagnetism theory, these effects are postulated and accounted for properly write an expression for the total free energy. The theory aims to find the spatial distribution of magnetization and its dependence on time, based only on the expression for the free energy and the general equations of equilibrium and motion of the magnetization vector.

The course examines the different types of magnets: diamagnetic, paramagnetic, ferromagnetic, ferrimagnetic, etc. Particular attention is paid to ferromagnets and ferrites. We study the kinds of interactions in magnets. Details are considered static magnetic structures implemented in these materials, experimental methods for the detection and investigation of these structures. In the second part of the course examines the dynamics of the magnetization: micromagnetic equation, the equation of motion of the magnetization (Landau-Lifshitz equation) with different relaxation terms, we study the ferromagnetic resonance, displays the dispersion relation for spin waves in magnetic films. Also studied the motion of magnetic inhomogeneities stationary profile and Walker model for the motion of the domain wall. Attention is paid to the oscillatory motion of a domain wall.

12. **Лектор:** профессор Поляков Петр Александрович

**Название курса** на русском и английском языках:

Коллективные явления в различных средах, индуцированные электромагнитными взаимодействиями.

Collective phenomena induced by electromagnetic interactions in various media

**Анотация:**

Спецкурс посвящен коллективным явлениям в системах многих частиц, индуцированных дальнедействующими электромагнитными взаимодействиями. Рассматриваются проблемы микроскопического описания и прямого численного моделирования таких систем. Описываются различные приближения макроскопического описания сплошных сред: гидродинамическое, кинетическое, метод крупных частиц. Разбирается общее решение задачи о развитии возмущений в сплошных средах в рамках метода дисперсионных уравнений. Рассчитывается и исследуется тензор динамической диэлектрической восприимчивости в рамках различных приближений макроскопического описания сплошных сред. Изучаются коллективные спиновые эффекты в электродинамических системах в рамках представлений плазменной спинтроники.

**Abstract:**

The special course is concerned with collective phenomena induced by long-range electromagnetic interactions in many-particle systems. The problems of microscopic description and direct numerical simulation of such systems are considered. Different approximations for macroscopic description of continuous media are concerned such as hydrodynamic, kinetic and large-particle method. The general solution to the problem of disturbance developing in the continuous media is examined in frames of the dispersion relation approach. The dynamic dielectric susceptibility tensor is derived by means of various approaches of macroscopic description of continuous media. The collective spin effects in electrodynamic systems are analyzed in terms of plasma spintronics.