

Аннотации учебных курсов **Программа Фотоника и оптоинформатика**

Компьютерные технологии в фотонике и оптоинформатике

Цели и задачи учебной дисциплины: Курс "Компьютерные технологии в науке и образовании" имеет своей целью формирование профессиональной компетенции в области основных аспектов моделирования оптических систем, которые широко применяются в оптоэлектронике и других областях научноемких технологий.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов теоретических знаний необходимых для построения оптических систем, включая знание особенностей работы программного обеспечения для расчета элементов и систем фотоники;
- формирование навыков работы со специализированным программным обеспечением для расчета систем фотоники различного назначения;
- формирование способностей создавать модели разнообразных элементов и систем фотоники.

Краткое содержание учебной дисциплины

1. Обзор основных возможностей программных пакетов WInLens3D Basic, ATMOS FreeWare, MODAS NG Freeware, OPAL-PC. Особенности и возможности программ. Основные задачи, решаемые с помощью программных пакетов. Основные определения и понятия программ.
2. Установка основных настроек оптических систем в программных пакетах: длины волн, апертура, параметры оптических поверхностей. Анализ габаритов и aberrаций. Анализ волнового фронта. Анализ геометрического изображения. Оптимизация оптических систем.
3. Работа в программе Zemax.
4. Элементы расчетов оптических деталей (линзы, призмы, объективы, телескопические системы и т.п.).

Фотоника молекул и кристаллов

Цели и задачи учебной дисциплины: Данный лекционный спецкурс имеет целью познакомить студентов с процессами взаимодействия света с молекулами, твердыми телами иnanoструктурами, вызывающими протекание разнообразных фотохимических реакций, окислительно-восстановительных и фотокаталитических процессов в условиях воздействия лазерного излучения, включая проблему спектральной сенсибилизации широкозонных полупроводников к видимому ближнему ИК диапазону. Задача - обеспечить умение применять, знания, полученные при изучении базовых физических дисциплин в междисциплинарных областях, а также познакомиться с физическими основами современных фотонных технологий.

Фотоника наноструктур

Цели и задачи учебной дисциплины: Курс "Фотоника наноматериалов" имеет своей целью формирование профессиональной компетенции в области взаимодействия лазерного излучения с наноматериалами и фундаментальных взаимосвязей электронного

строения наноструктур с особенностями оптического отклика при воздействии лазерного излучения, в том числе нелинейного.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

1. Рассеяние света металлическими (плазмонными) наночастицами: от теории Ми к коллективным эффектам.
2. Прямоугольная квантовая яма со стенками конечной и бесконечной высоты.
3. Плотность электронных состояний в квантовых ямах. Оптика полупроводниковых гетероструктур с квантовыми ямами.
4. Оптика квантовых точек.
5. Эффекты экситон-плазмонного взаимодействия в гибридных наноструктурах.

Нелинейная оптика

Цели и задачи учебной дисциплины: Курс "Нелинейная оптика" имеет своей целью формирование профессиональной компетенции в области физических основ нелинейных оптических процессов, возникающих при взаимодействии мощных когерентных потоков электромагнитного излучения с веществом, в том числе, находящемся в наноструктурированном состоянии.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

1. Введение в нелинейную оптику. Нелинейная поляризация.
2. Модели взаимодействия светового поля с веществом.
3. Нелинейное поглощение и нелинейная рефракция оптического излучения.
4. Термовая линза. Термооптические явления при сверхвысоких интенсивностях излучения.
5. Нелинейное рассеяние света.
6. Параметрическая генерация света.
7. Генерация высших гармоник.

Лазерная техника

Цели и задачи учебной дисциплины: Курс имеет своей целью сформировать современное представление об основных принципах построения лазерной техники. Особое внимание уделяется основам физики лазеров; средствам описания процессов в лазерном веществе и открытом резонаторе; конструктивным элементам лазерных систем и методам их расчёта; методикам измерения параметров и характеристик лазерного излучения.

Краткое содержание учебной дисциплины

1. Лазерный эффект. Свойства лазерного излучения. Структурная схема лазера. Параметры и характеристики лазерного излучения.
2. Методы создания инверсной населенности.
3. Активные среды твердотельных лазеров.
4. Конструктивные элементы лазеров. Кванtronы лазеров.
5. Расчет характеристик лазерных резонаторов. Учет тепловой линзы.
6. Типовые конструкции резонаторов.
7. Методы модуляции добротности.
8. Расчет энергетических параметров лазеров в непрерывном и импульсном режимах работы. Модели лазерных пучков.

Приемники оптического излучения

Курс имеет своей целью формирование профессиональной компетенции студентов физического факультета в области физических основ различных важнейших элементов устройств фотоники – приемников оптического излучения, которые широко применяются в оптоэлектронике и других областях научноемких технологий.

Краткое содержание учебной дисциплины

1. Классификация приемников излучения. Параметры и характеристики приемников излучения (пороговые и шумовые параметры, временные параметры). Специальные виды тепловых приемников излучения.
2. Фотоэлектрические приемники излучения (на внешнем и внутреннем фотоэффекте): фоторезисторы, фотодиоды, фототиристоры, фотоэлектронный умножитель, электронно-оптические преобразователи.
3. Принцип действия приемников излучения на внутреннем фотоэффекте. Принцип действия, параметры и характеристики приборов с зарядовой связью (ПЗС) и КМОП приемников.
4. Тепловые приемники излучения.
5. Матричные приемники излучения.

Волноводная фотоника

Цели и задачи учебной дисциплины: Курс имеет своей целью познакомить студентов с физическими основами волноводной фотоники, включая распространение электромагнитных волн в цилиндрических и планарных оптических волноводах, физические эффекты и явления в волноводных структурах.

Задачи курса:

- способность использовать современные фундаментальные знания по волноводной фотонике, основные законы волноводной фотоники в профессиональной деятельности;
- сформировать современное представление об основных принципах построения волоконных световодных элементов на основе современных материалов, а также волоконных лазеров.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

1. Устройство волоконно-оптических световодов.
2. Физика распространения электромагнитных волн в оптическом волокне. Модовый состав излучения.
3. Многослойные плоские волноводы.
4. Брэгговский планарный волновод.
5. Устройства согласования в волноводной фотонике.
6. Управление излучением в оптических волноводах.
7. Компоненты волноводной фотоники.
8. Волоконные лазеры. Принципы построения. Конструкции.

Устройства нанофотоники

Цели и задачи учебной дисциплины: Данный лекционный спецкурс имеет целью познакомить студентов с основными устройствами фотоники, конструируемыми

прежде всего на основе наноматериалов. Задача спецкурса – изучить основные принципы конструирования устройств нанофотоники.

Краткое содержание учебной дисциплины

1. Введение. Основные подходы к разработке нанофотонных устройств.
2. Электролюминесцентные излучатели и материалы излучателей.
3. Фотокатализаторы на основе наночастиц.
4. Наноструктурированные био- и химические сенсоры.
5. Полупроводниковые детекторы электромагнитного излучения.

6. Наноструктурированные системы фотовольтаики.

Принципы управления лазерным излучением

Цели освоения дисциплины:

- приобретение студентами глубоких знаний принципов создания устройств управления параметрами лазерного излучения и навыков работы с этими устройствами;
- способностями применять полученные знания при проектировании и эксплуатации приборов квантовой электроники и нанофотоники на основе интеграции научных исследований, информационных технологий и инновационных подходов.

Краткое содержание учебной дисциплины

1. Устройства селекции лазерного излучения.
2. Затворы и модуляторы лазерного излучения.
3. Поляризационные элементы лазерных систем.
4. Особенности применения оптических элементов в лазерах.
5. Формирование и преобразование лазерных пучков оптическими элементами и системами.

Прикладная оптика

Цели и задачи учебной дисциплины: Курс "Прикладная оптика" имеет своей целью формирование профессиональной компетенции в области основ технической оптики, принципов расчета сложных оптических систем, применяемых в различных устройствах оптоэлектроники и фотоники.

Дисциплина знакомит студентов с современными проблемами, стратегиями в области расчета, проектирования, центрировки и сборки и контроля параметров сложных оптических систем, применяемых при создании устройств оптоэлектроники и фотоники.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

1. Теория идеальной оптической системы.
2. Аберрации оптических систем.
3. Расчет хода лучей через систему поверхностей, произвольным образом расположенных в пространстве. Децентрировки.
4. Расчет панкратических оптических систем.
5. Методы сборки, юстировки и настройки оптических систем и измерение их основных характеристик.

Люминесценция в фотонике

Цели и задачи учебной дисциплины: Данный курс имеет своей целью формирование профессиональной компетенции в области люминесценции молекул, кристаллов и наноструктур. Основными задачами курса является формирование у студентов целостного представления об основных закономерностях явления люминесценции, методов получения ее параметров.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

1. Введение. Понятие люминесценции. Основные законы люминесценции.
2. Люминесценция молекул и кристаллов.
3. Тушение люминесценции и его природа.
4. Фото- и термостимулированная люминесценция.
5. Люминесценция в современной фотонике наноструктур.
6. Люминесцентная сенсорика и области ее применения.

Оптоинформатика

Цели и задачи учебной дисциплины: сформировать современное представление по вопросам, связанным с современными теоретическими концепциями, моделями и технологиями оптоинформатики, прежде всего, обработки оптических изображений. Данный курс знакомит магистрантов с методами формирования и основами математического описания непрерывных (аналоговых) и дискретных (цифровых) изображений исследуемых объектов в оптических и оптоэлектронных приборах и системах. При этом особое внимание уделяется основным методам формирования и управления изображениями в акустооптической системе обработки и анализа.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

1. Аналоговые изображения.
2. Обработка изображений и оптическая реализация математических операций.
3. Дискретизация и квантование изображений.
4. Методы восстановления и улучшения изображений.
5. Методы сегментации изображений.
6. Методы выделения движения.
7. Методы создания лазерного проекционного изображения.
8. Формирование изображения строки в акустооптической системе с импульсным источником когерентного света
9. Принципы работы электронных устройств управления акустооптической системой отображения телевизионной информации.
10. Гиперспектральный анализ изображений.

Акустооптика

Цели и задачи учебной дисциплины: Курс "Введение в акустооптику" имеет своей целью формирование профессиональной компетенции в области фундаментальных основ современных акустооптических систем.

Задачи курса:

- изучить основы акустооптического взаимодействия,
- рассмотреть основные проявления и эффекты акустооптики.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

1. Введение.
 2. Линейная акустика изотропных твердых тел.
 3. Основы кристаллоакустики.
 4. Поглощение и скорость звука в твердых телах.
- Взаимодействие с тепловыми фононами и дислокациями. Акустическая эмиссия.*
5. Дифракция света на звуке. Акустооптическое взаимодействие. Классический и квантово-механический подходы. Раман-Натовский и Брэгговский режимы.
 6. Дифракция света на поверхностных акустических волнах. Рассеяние Мандельштама — Бриллюэна на тепловых колебаниях.
 7. Вынужденное рассеяние Мандельштама — Бриллюэна.
 8. Кристаллическая структура и свойства типичных акустооптических кристаллов (TeO_2 , SiO_2 , PbMoO_4 , $\alpha\text{-HJO}_3$, Hg_2Cl_2 и др.).
 9. Дефекты в акустооптических кристаллах.
 10. Принципы выращивания акустооптических кристаллов.
 11. Акустооптика жидких кристаллов.

Современные методы оптической спектроскопии

Цели и задачи учебной дисциплины: Курс имеет своей целью в области современных методов ознакомление студентов с современными методами оптической спектроскопии молекул, кристаллов иnanoструктур.

Основными задачами курса является формирование у студентов навыков практического использования основных методов современной спектроскопии, получение практических навыков подготовки проб для анализа, записи и интерпретации спектров в рамках каждого метода.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

1. УФ-, видимая и ИК абсорбционная спектроскопия многоатомных молекул, молекулярных агрегатов, квантовых точек.
2. Спектроскопия зеркального и диффузного отражения.
3. Спектроскопия комбинационного рассеяния света многоатомных молекул.
4. Люминесцентная спектроскопия

Акустооптические устройства

Цели и задачи учебной дисциплины: Курс "Акустооптические устройства" имеет своей целью формирование профессиональной компетенции в области оптоинформатики. Достижение поставленной цели предполагает решение следующих основных задач: - изучение студентами устройства акустооптических фильтров и дефлекторов; - сравнение свойств и конструкций с классическими конструкциями оптических фильтров и спектрометров.

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

1. Спектральные акустооптические фильтры.
2. Акустооптические дефлекторы.

3. Акустооптические модуляторы.
4. Гиперспектральный анализ изображений на основе акустооптических устройств.
Акустооптические системы обработки информации.
5. Технология изготовления акустооптических приборов.

Теория оптических измерений

Краткое содержание (дидактические единицы) учебной дисциплины

1. *Введение.*
2. Измерения параметров оптических материалов.
3. Измерение характеристик оптических систем.
4. Интерференционные измерения.
5. Исследования качества оптического изображения.
6. Измерение параметров световой волны.
7. Оптические измерения неоптических параметров.