**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

|  |
| --- |
|  |

**Аннотации рабочих программ дисциплин**

Уровень высшего образования

***Подготовка кадров высшей квалификации***

Направление подготовки

**03.06.01 – Физика и астрономия**

Направленность образовательной программы

**Физика полупроводников (01.04.10)**

Квалификация

***Исследователь. Преподаватель-исследователь***

Форма обучения

***Очная***

Нижний Новгород

2015

**История и методология науки и техники в области электроники**

(Автор – д.ф.-м.н., проф. Павлов Д.А.)

**Компетенции, которые формирует данная дисциплина:** УК-1,2, ОПК-2, ПК-1

**Трудоемкость:** 2 ЗЕТ

**Аннотация**

В результате освоения дисциплины «История и методология науки и техники в области электроники» обучающийся должен:

знать: предпосылки возникновения, основные этапы и закономерности процесса исторического развития электроники, микро и наноэлектроники; методологические основы и принципы современной технологии производства изделий электроники; место и значение электроники и наноэлектроники в современном мире;

уметь: готовить методологическое обоснование научного исследования и технической разработки в области электроники; прогнозировать и анализировать социально-экономические, гуманитарные и экологические последствия научных открытий и новых технических решений в области электроники, микро и наноэлектроники;

владеть: навыками анализа и идентификации новых проблем и областей исследования в области электроники и микроэлектроники; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.

**Цели дисциплины**

* Формирование навыков методологически грамотного осмысления научных проблем с видением их в мировоззренческом контексте истории науки.
* Подготовка к восприятию новых научных фактов и гипотез.
* Научить ориентироваться в методологических подходах и видеть их в контексте существующей научной парадигмы.
* Дать представление о тенденциях и перспективах развития электроники микро и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники.
* Дать оценку передовому отечественному и зарубежному научному опыту в профессиональной сфере деятельности.

**Тематический план**

Модуль 1. Методология науки.

1.1. Введение.

1.2. Понятие мировоззренческого стандарта.

1.3. Понятие истины. Концепция понимания и объяснения.

Модуль 2. История науки и техники в области электроники.

2.1. Изобретение вакуумного диода и триода. Промышленное освоение производства электровакуумных приборов. Вакуумные приборы СВЧ.

2.2. Развитие электронного материаловедения. Формирование технологии полупроводниковых приборов.

2.3. Эволюция интегральных схем.

2.4. Пути развития кремниевой КМОП-технологии.

**Структура программы:** лекции – 18 часов; самостоятельная работа – 54 часа.

**Период реализации программы:** 3 год обучения, 3 семестр.

**Форма аттестации:** Зачет

**Базовое подразделение ННГУ, реализующее дисциплину**

Кафедра физики полупроводников и оптоэлектроники ННГУ

**Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники**

(Автор – д.ф.-м.н., проф. Павлов Д.А.)

**Компетенции, которые формирует данная дисциплина:** УК-1,3,6, ОПК-1, ПК-1

**Трудоемкость:** 3 ЗЕТ

**Аннотация**

В результате освоения дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники» обучающийся должен:

знать: основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники; передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения в области электроники, микро- и наноэлектроники;

уметь: оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований; предлагать новые области научных исследований и разработок, новые методологические подходы к решению задач в области электроники и наноэлектроники;

владеть: современной научной терминологией и основными теоретическими и экспериментальными подходами в передовых направлениях электроники, микро- и наноэлектроники.

**Цели дисциплины**

* Изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной электроники и наноэлектроники.
* Выработка навыков оценки новизны исследований и разработок и освоение новых методологических подходов к решению профессиональных задач в области электроники и наноэлектроники.

**Тематический план**

1. Введение. Кремний – основа электроники и наноэлектроники
2. Методы получения тонких плёнок и слоёв кремния.
3. Структура кремния.
4. Структура, свойства, получение, применение плёнок и слоёв кремния.
5. КНИ-технология как основа интегральной микроэлектроники.
6. Технология КНС как разновидность КНИ-технологии.
7. Эволюция интегральных схем. Закон Мура.

**Структура программы**

Лекции – 18 часов

Лабораторные работы – 36 часов

Самостоятельная работа студентов – 54 часа

**Период реализации программы:** 2 год обучения, 5 семестр

**Форма аттестации:** Экзамен

**Базовое подразделение ННГУ, реализующее дисциплину**

Кафедра физики полупроводников и оптоэлектроники ННГУ

**«Физика поверхности полупроводников и полупроводниковых систем пониженной размерности»**

(Автор – к.ф.-м.н., доц. Горшков А.П.)

**Компетенции, которые формирует данная дисциплина:** ОПК-1, ПК- 1

**Трудоемкость**

2 ЗЕТ

**Аннотация**

Данная дисциплина направлена на формирование у обучающегося углубленных знаний в области поверхности полупроводника и низко-размерных структур металл-диэлектрик-полупроводник (МДП), а также с физическими процессами, происходящими на поверхности полупроводника, в МДП- структурах и приборах на их основе.

**Цели дисциплины**

1. Описание электронных явлений на поверхности полупроводника и в низкоразмерных МДП-структурах.
2. Изучение основных экспериментальных методов исследования электронных свойств атомарно-чистой и реальной поверхности полупроводника, а также МДП-структур.

**Тематический план**

1. Феноменологическая теория электронных явлений на поверхности полупроводников.
2. Физические явления на поверхности и их использование для определения параметров поверхности.
3. Диффузионные фазовые превращения в твердом теле.
4. Квантовые размерные эффекты на поверхности полупроводника.
5. Идеальная и реальная поверхность полупроводника.
6. Феноменологическая теория МДП-структуры, анализ результатов измерений, полевые транзисторы и МДП- диоды с пониженной размерностью.
7. Неравновесная емкость МДП-структуры.
8. Гистерезисные явления в МДП-структурах

**Структура программы**

Лекции – 18 часов

Самостоятельная работа студентов – 54 часа

**Период реализации программы**

2 год обучения, в течение 3 семестра

**Форма аттестации:** Зачет

**Базовое подразделение ННГУ, реализующее дисциплину**

Кафедра физики полупроводников и оптоэлектроники ННГУ.

**«Нанофотоника»**

(Автор – к.ф.-м.н., доц. Горшков А.П.)

**Компетенции, которые формирует данная дисциплина:** ОПК-1, ПК-1

**Трудоемкость**

2 ЗЕТ

**Аннотация**

Данная дисциплина направлена на формирование у обучающихся знаний об основных типах и физических свойствах квантово-размерных твердотельных (гетеро)наноструктур, о закономерностях взаимодействия этих структур с электромагнитным излучением и испускания излучения этими структурами, технических применениях оптоэлектронных явлений в твердотельных наноструктурах.

**Цели дисциплины**

1. Дать знания о фундаментальных физические закономерностях, определяющих оптоэлектронные свойства квантово-размерных структур.
2. Изучить современные методы исследования оптоэлектронных свойств квантово-размерных структур.

**Тематический план**

1. Классические гетеропереходы и гетероструктуры.
2. Квантово-размерные гетеронаноструктуры (КРС).
3. Оптические явления в КРС.
4. Спонтанное и стимулированное излучение КРС.
5. Фотоэлектронные явления в КРС.

**Структура программы**

Лекции – 36 часов

Лабораторные работы – 18 часов

Самостоятельная работа студентов – 18 часов

**Период реализации программы**

3 год обучения, в течение 5 семестра

**Форма аттестации:** зачет

**Базовое подразделение ННГУ, реализующее дисциплину**

Кафедра физики полупроводников и оптоэлектроники ННГУ

# «Мехатроника и микроэлектромеханика»

Автор – к.ф.-м.н. Н.О. Кривулин

**Компетенции, которые формирует данная дисциплина:** ОПК-1, ПК-1

**Трудоемкость**

2 ЗЕТ

**Аннотация**

Данная дисциплина направлена на формирование знаний о физических принципах функционирования, характеристиках, конструкциях, областях применения и методах проектирования мехатронных и микроэлектромеханических систем

**Цели дисциплины**

* Сформировать знания физических принципов функционирования, характеристик, конструкции, области применения мехатронных и микроэлектромеханических систем.
* Научить использовать основные методы и алгоритмы расчета мехатронных систем с учетом условий реализации и границ применения.
* Сформировать навыки применения методов расчёта и исследования микроэлектромеханических элементов и устройств; навыками определения областей рационального использования микроэлектромеханических элементов и устройств

**Тематический план**

Введение. Мехатронные системы. Актюаторы. Сенсоры. Масштабирование мехатронных систем. Механические свойства твердых тел. Законы классической электромеханики. Разработка и моделирование мехатронных и микроэлектромеханических систем.

**Структура программы**

Лекции – 36 часов

Лабораторные работы – 18 часов

Самостоятельная работа – 18 часов

**Период реализации программы:** 2 год обучения, 4 семестр

**Форма аттестации:** Зачет

**Базовое подразделение ННГУ, реализующее дисциплину**

Кафедра физики полупроводников и диэлектриков.

# «Физические основы микро- и наносистемной техники»

Автор – к.ф.-м.н. А.В. Кудрин

**Компетенции, которые формирует данная дисциплина:** ОПК-1, ПК-1

**Трудоемкость**

2 ЗЕТ

**Аннотация**

Данная дисциплина направлена на формирование у студентов фундаментальных знаний, умений и навыков, необходимых при разработке технологии изделий электронной и микросистемной техники, оптимизации техпроцессов, обеспечении высокой надежности изделий микронного и субмикронного масштаба.

**Цели дисциплины:**

* Изучение физических и физико-химических закономерностей, определяющих процессы современной технологии формирования и производства микросистемной техники.
* Формирование у студентов фундаментальных знаний, умений и навыков, необходимых при разработке технологии изделий электронной и микросистемной техники, оптимизации техпроцессов, обеспечении высокой надежности изделий микронного и субмикронного масштаба.
* Получение углубленного профессионального образования по технологии изделий микросистемной техники, обеспечивающего возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний для успешной профессиональной деятельности в области микро- и наноэлектроники.

**Тематический план**

* + Введение. Актуальность и тенденции развития технологии микро- и наноэлектроники. Общие принципы планарной технологии полупроводниковых приборов.
  + Основные физико-химические методы получения материалов. Основы процессов разделения и очистки. Механическая и химическая обработка.
  + Технология получения эпитаксиальных слоев. Основы технологии диэлектрических защитных пленок.
  + Физико-химические основы литографии.
  + Ионно-плазменное травление органических и неорганических покрытий. Получение нанообъектов ионным травлением.
  + Основы диффузионного легирования полупроводников и диэлектриков.
  + Основы легирования методом ионной имплантации.
  + Металлизация. Элементы тонкопленочной технологии.
  + Основы технологии сборки. Микросварка. Герметизация.
  + Физико-химические методы формирования наноструктур.
  + Физические процессы в технологии тонких пленок. Вакуумное испарение.
  + Методы ионного распыления.
  + Технологические приемы формирования пассивных и активных приборов оптоэлектроники по пленочной технологии.

**Структура программы**

Лекции – 36 часов,

Лабораторные работы – 18 часов

Самостоятельная работа – 18 часов

**Период реализации программы:** 3 год обучения, 5 семестр

**Форма аттестации:** Зачет

**Базовое подразделение ННГУ, реализующее дисциплину**

Кафедра физики полупроводников и диэлектриков.

**Методы оптической спектроскопии твердотельных структур и объёмных материалов**

(Авторы: к.ф.-м.н. Марычев М.О., к.ф.-м.н., доц. Горшков А.П.)

**Компетенции, которые формирует данная дисциплина:** ОПК-1, ПК-1

**Трудоемкость**

2 ЗЕТ

**Аннотация**

Данная дисциплина направлена на практическое освоение ряда распространённых методов оптической спектроскопии твердотельных структур и объёмных материалов (диэлектрические или полупроводниковые кристаллы, различные материалы на их основе, твердотельные наноструктуры, содержащие квантовые ямы или квантовые точки, нанокластеры, и .т.п.). Рассматриваются принципы работы и основные характеристики компонентов оптических спектроскопических систем (источников и детекторов излучения, спектральных приборов), а также способы сбора и анализа данных в ходе спектроскопических измерений. Осваивается ряд методов оптической спектроскопии твердых тел и твердотельных наноструктур, в частности, методы измерения спектров пропускания и фотолюминесценции, фотоэлектрических спектров полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур, спектров второй оптической гармоники нелинейно-оптических кристаллов.

**Цели дисциплины**

1. Изучение принципов оптической спектроскопии и соответствующей аппаратурной и приборной базы.

2. Практическое изучение методических особенностей спектроскопических исследований твердотельных структур и объёмных материалов на базе ряда распространённых методов оптической спектроскопии.

**Тематический план**

1. Оптическая спектроскопия как мощный метод исследования вещества и процессов взаимодействия вещества с излучением.
2. Оборудование для оптической спектроскопии (спектральные приборы, источники и детекторы излучения, их основные характеристики).
3. Основные методы оптической спектроскопии.
4. Фотоэлектрическая спектроскопия квантово-размерных гетеронаноструктур.

**Структура программы**

Лекции – 36 часов

Лабораторные работы – 18 часов

Самостоятельная работа аспирантов – 18 часов

**Период реализации программы:** 2 год обучения, 4 семестр

**Форма аттестации: з**ачет

**Базовое подразделение ННГУ, реализующее дисциплину**

Кафедра кристаллографии и экспериментальной физики ННГУ

Кафедра физики полупроводников и диэлектриков.

**Физика полупроводников**

(Автор – д.ф.-м.н., проф. Павлов Д.А.)

**Компетенции, которые формирует данная дисциплина:** ОПК-1, ПК-1

**Трудоемкость:** 2 ЗЕТ

**Аннотация**

В результате освоения дисциплины «**Физика полупроводников**» обучающийся

должен *знать:*

основы зонной теории твердых тел; классификацию и особенности реальной зонной структуры элементарных полупроводников и полупроводниковых соединений, параметры их зонной структуры, определяющие возможность и эффективность использования для конкретных практических приложений; типы и роль примесей в полупроводниках, методы описания мелких и глубоких примесных состояний, методы расчета положения уровня Ферми в полупроводнике, особенности температурной зависимости концентрации носителей заряда, основные эффекты, проявляющиеся при высоком уровне легирования, природу и свойства поверхностных состояний; статистику равновесных и неравновесных электронов и дырок в полупроводниках; теорию явлений переноса заряда; оптические, электрические, гальваномагнитные, термоэлектрические свойства полупроводников.

должен *уметь*:

объяснять сущность физических явлений и процессов в полупроводниках и простейших полупроводниковых структурах; производить анализ и делать количественные оценки параметров физических процессов; экспериментально определить основные параметры полупроводника – ширину запрещенной зоны, концентрацию, подвижность, время жизни, коэффициент диффузии носителей заряда; изучать оригинальные научные работы и обзоры в области физики полупроводников.

должен *иметь навыки* применять полученные знания для решения конкретных задач исследования и использования полупроводников

**Цели дисциплины**

Цель изучения дисциплины - сформировать фундамент знаний и навыков, необходимых для самостоятельного осуществления научно-исследовательской работы в области физики полупроводников, решения сложных профессиональных задач, написания и успешной защиты кандидатской диссертации.

**Тематический план**

Основы зонной теории твердого тела. Статистика равновесных электронов и дырок. Статистика неравновесных электронов и дырок. Оптические свойства полупроводников. Люминесценция и стимулированное излучение. Явления переноса заряда в полупроводниках. P-n-переход в полупроводниках.

**Структура программы:** лекции - 18 часов, самостоятельная работа – 18 часов.

**Период реализации программы:** 4 год обучения, 7 семестр.

**Форма аттестации:** Экзамен

**Базовое подразделение ННГУ, реализующее дисциплину**

Кафедра физики полупроводников и оптоэлектроники ННГУ

**Научно-исследовательский семинар**

(Автор – д.ф.-м.н., проф. Павлов Д.А.)

**Компетенции, которые формирует данная дисциплина:** УК-1,2,3, ОПК-1, ПК-1

**Трудоемкость**

5 ЗЕТ

**Аннотация**

Научно-исследовательский семинар является неотъемлемой частью образовательного процесса подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, активной формой научно-исследовательской работы, обеспечивающей возможности гибкого, интерактивного взаимодействия аспирантов и ведущих ученых. Семинар направлен на углубление и систематизацию теоретико-методологической подготовки аспиранта, приобретение и совершенствование практических навыков выполнения опытно-экспериментальной работы и в конечном итоге - на формирование у аспирантов навыков исследовательской работы и подготовки диссертации.

**Цели дисциплины**

Цели и задачи научно-исследовательского семинара:

* совершенствование способности понимать, критически оценивать, анализировать научные результаты из области физики полупроводников и смежных научных областей, таких как область твердотельной электроники, микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах и т.д.;
* формирование навыков методологически грамотного осмысления научных проблем и оценки новизны исследований и разработок;
* совершенствование навыков подготовки и представления доклада или развернутого выступления по тематике, связанной с направлением научного исследования;
* формирование навыков обсуждения научных проблем в процессе свободной дискуссии в профессиональной среде.

**Тематический план**

Тематический план семинара формируется в начале каждого семестра и определяется научными исследованиями, проводящимися на физическом факультете и в Научно-исследовательском физико-техническом институте (НИФТИ).

**Период реализации программы**

1-3 год обучения, 2-6 семестры

**Форма аттестации:** Зачет по результатам презентаций научной работы.

**Базовое подразделение ННГУ, реализующее дисциплину**

Кафедра физики полупроводников и оптоэлектроники ННГУ.