

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет  
Кафедра физики полупроводников, электроники и наноэлектроники

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол № 7 от 28.06.2023 г.

**Аннотации рабочих программ дисциплин по направлению**

11.04.04 Электроника и наноэлектроника  
Направленности (профили): новые полупроводниковые технологии

Уровень высшего образования  
Магистратура

Форма обучения: очная

Нижегород, 2023 год

**Аннотации рабочих программ дисциплин (модулей) по направлению  
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

**Перечень дисциплин**

«Английский язык» .....	3
«Математическое моделирование физических процессов» .....	5
«Нанofотоника» .....	6
«История и методология науки и техники в области электроники» .....	7
«Программная среда LabView в научных исследованиях» .....	8
«Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» .....	9
«Современные образовательные технологии» .....	10
«Философские вопросы естествознания» .....	12
«Спинтроника» .....	13
«Методы диагностики и анализа микро- и наносистем» .....	14
«Проектирование и технология электронной компонентной базы» .....	15
«Научный семинар» .....	16
«Физика поверхности полупроводников и систем пониженной размерности» ..	17
«Радиационная стойкость изделий электроники и нанoeлектроники» .....	18
«Лазерно- и ионно-лучевые методы в нанотехнологии» .....	19
«Качество и надежность электронной компонентной базы» .....	20
«Физические основы полупроводниковых лазеров» .....	22
«Основы лучевых и плазменных методов в нанoeлектронике» .....	23
«Физика аморфных и нанокристаллических полупроводников» .....	24
«Основы дифракционного структурного анализа» .....	25
«Физико-химические основы технологии мемристорной нанoeлектроники» ....	26
«Проектирование интегральных схем мемристорной нанoeлектроники» .....	27
«Базовые технологические процессы изготовления интегральных схем» .....	28
«Автоматизация процессов микро- и нанотехнологии» .....	29
«История и философия науки» .....	30
«Спецпрактикум» .....	31
«Философия (дополнительные главы)» .....	32
«Основы инновационной деятельности» .....	33

## «Английский язык»

(наименование дисциплины (модуля))

### Цель освоения дисциплины

Обучение иностранному языку носит многоцелевой характер. Обеспечить достаточно свободное нормативно и функционально правильное владение всеми видами речевой деятельности, с учетом правил и норм социального и профессионального общения, т.е. формирование у студентов способности и готовности к межкультурной коммуникации, как в форме непосредственного устного общения, так и опосредованно. Познавательная роль курса английского языка – это развитие глубокого понимания и формирование представления о мире как об общем доме, уважительное и бережное отношение к традициям представителей разных стран и народов. Всё это содействует развитию единого образовательного пространства, формирует культуру языка, стимулирует творческую инициативу студентов путем предоставления им новых возможностей для самовыражения.

Образовательная и развивающая цели связаны с повышением общей культуры и образования студентов. При этом иностранный язык является средством межкультурного общения и инструментом познания культуры определенной национальной общности, средством познания и коммуникации. Для достижения этих целей требуется системное усвоение всех актуальных выразительных средств изучаемого языка.

Развивающая цель подразумевает общее интеллектуальное развитие личности с учетом потребностей, интересов и индивидуальных особенностей студента. Овладение определенными познавательными приемами позволяет осуществлять коммуникативную деятельность, а это, в свою очередь, предполагает развитие способности к социальному взаимодействию, формирование общеучебных и компенсирующих умений.

Таким образом, конечная цель обучения – формирование способности и готовности к межкультурному общению – обуславливает коммуникативную направленность курса английского языка. Такая цель означает достижение определенного уровня компетенции, под которой понимается умение соотносить средства иностранного языка с конкретными ситуациями, условиями и задачами речевого общения и способствует процессу целенаправленной активизации языкового материала, формирование и развитие сложных речевых умений на основе языковых образов, речевых навыков и компетенций, сформированных на предыдущих этапах обучения; развитие речевого взаимодействия в регистрах коммуникации.

#### **Задачи обучения:**

Развитие речевых умений семантических преобразований разного вида и протяженности в режиме дискурса.

Формирование речевого механизма замещения как средства осуществления речевой деятельности при чтении, говорении, аудировании и письме. Совершенствование лексико-грамматических навыков и умений, обеспечивающих языковое отражение фактов и событий в настоящем времени. Развитие речевых умений семантической манифестации - умений выразить собственное отношение к фактам и событиям действительности. Совершенствование умений восприятия и создания различных форм модального отношения в различных видах речевой деятельности. Развитие навыков построения дискурса.

Совершенствование лексико-грамматических навыков и умений, обеспечивающих языковое отражение фактов и событий в будущем времени.

Развитие умений управления структурой высказывания на основе простых и сложных форм. Дальнейшее совершенствование навыков и умений построения дискурса. Формирование

навыков и умений реферирования как способа компрессии информации (чтение, письмо, говорение).

Формирование навыков и умений управления предикациями в сложном высказывании, в том числе предикациями, строящимися без использования союзов (определительные и условные придаточные предложения). Развитие семантно - грамматических и семантико-лексических умений построения дискурса в различных речевых регистрах. Развитие умений составления рефератов-конспектов. Развитие умений составления рефератов-конспектов и рефератов-резюме. Обучение составлению аннотаций.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Курс английского языка относится к гуманитарным дисциплинам и является обязательным компонентом профессиональной подготовки современного специалиста.

Дисциплина «Английский язык» относится к обязательным дисциплинам обязательной части ОПОП по направлению **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**.

Общая трудоемкость составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- УК-4. Способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия.
- УК-5. Способность анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные блоки, разделы, темы:

Инфинитив в функции обстоятельства цели. Инфинитив в функции обстоятельства цели.

Обстоятельственные придаточные предложения цели. Глагольная форма с суффиксом (инговая форма). Несовершенный вид. Глаголы, выражающие действие, и глаголы, выражающие состояния. Модальные глаголы.

Сложный инфинитив: несовершенный вид, выражающий действие в развитии.

Настоящее продолженное время. Простое или продолженное настоящее время?

Прошедшее и будущее продолженные времена. Причастие I. Причастие I как определение и обстоятельство. Причастие II.

Герундий. Герундиальный оборот. Инфинитив. Формы и функции. Сложные инфинитивные обороты.

Пассивные формы сказуемого: инфинитив в пассивном залоге после модального глагола, простые и продолженные времена в пассивном залоге.

Завершенные времена в пассивном залоге.

Сослагательное наклонение: условные предложения.

### **Формы промежуточного контроля**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачет (2 семестр) и зачет с оценкой (3 семестр).

## **«Математическое моделирование физических процессов»**

(наименование дисциплины (модуля))

### **Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование физических процессов» являются:

- Знакомство студентов с современными подходами к моделированию на ЭВМ физических процессов и явлений, с методическими особенностями моделирования, возможностями модельного эксперимента.
- Освоение методов постановки задач исследования и тестирования получаемых результатов.
- Выработка у студентов практических навыков работы в современных системах разработки программ.

В силу многообразия направлений физического моделирования изучение дисциплины ведется на примере двух основных методов: метода молекулярной динамики и методов Монте-Карло.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина относится к обязательной части первого блока образовательной магистерской программы по направлению 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника. Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4. Способность разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач.

### **Краткая характеристика дисциплины**

Дисциплина «Математическое моделирование физических процессов» предполагает формирование у студентов систематизированных знаний в области моделирования физических процессов и систем.

Основные разделы дисциплины: Метод молекулярной динамики. Методы Монте-Карло.

### **Формы промежуточного контроля**

Экзамен.

## **«Нанопотоника»**

(наименование дисциплины)

---

### **Цель освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины состоит в том, чтобы дать студентам знания о фотоэлектронных процессах в квантово-размерных твердотельных наноструктурах, о физических принципах функционирования, конструирования, методах создания и применении различных оптоэлектронных приборов на основе твердотельных наноструктур. Данная дисциплина призвана расширить и развить знания студентов в области взаимодействия света с веществом в низкоразмерных системах.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Нанопотоника» относится к обязательным дисциплинам обязательной час части основной образовательной части программы по направлению подготовки 11.04.04 - Электроника и наноэлектроника. Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

- Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
- способность проводить инновационную научно-исследовательскую деятельность с применением фундаментальных знаний о физических свойствах систем с пониженной размерностью и учетом современных тенденций развития нанотехнологий (ОПК ОС-5)

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные темы:

Введение. Оптические свойства квантово-размерных структур. Люминесценция в квантово-размерных структурах. Электрооптические свойства квантово-размерных структур. Микрорезонаторы. Фотоэлектрические свойства квантово-размерных структур. Лазеры на основе квантово-размерных структур. Нанопотоника и квантовые вычисления.

### **Формы промежуточного контроля**

Форма промежуточного контроля - экзамен

## **«История и методология науки и техники в области электроники»**

(наименование дисциплины)

### **Цель освоения 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 нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники.
- Дать оценку передовому отечественному и зарубежному научному опыту в профессиональной сфере деятельности.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «История и методология науки и техники в области электроники» относится к обязательным дисциплинам обязательной части образовательной магистерской программы по направлению 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника. Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1);
- способность анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (УК-5);
- способность представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора (ОПК-1).

### **Краткая характеристика дисциплины**

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.

**Формы промежуточного контроля:** зачет.

## «Программная среда LabView в научных исследованиях»

(наименование дисциплины (модуля))

### Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины Программная среда LabView в научных исследованиях является формирование навыков автоматизации электрофизических измерений, автоматизированного управления процессами приема, обработки и передачи сигналов.

### Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.

Дисциплина *Программная среда LabView в научных исследованиях* входит в состав базовой магистерской образовательной программы по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» и является обязательной. Данная дисциплина преподается во втором семестре. Для освоения материала необходимы знания, навыки и умения, которые формируются в рамках учебных программ бакалавриата по направлениям 11.03.04 – «Электроника и наноэлектроника», а также 28.03.01 «Нанотехнология и микросистемная техника» предшествующими дисциплинами: информационные технологии, теоретические основы электро- и радиотехники, основы технологии электронной компонентной базы, физические основы наноэлектроники. Освоение данной дисциплины необходимо для профессиональной подготовки студентов, а также для их научно-исследовательской работы. Трудоемкость дисциплины – 4 зачетных единицы (144 часа).

### Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-4. Способность разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач.
- ПК-1. Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач, строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

### Краткая характеристика дисциплины

Основные темы:

**Тема 1.** Введение в LabVIEW. Понятие виртуальных приборов.

**Тема 2.** Основы измерений.

**Тема 3.** Стандартные методы и образцы проектирования

**Тема 4.** Создание и самостоятельное использование приложений.

### Формы промежуточного контроля.

Для прохождения аттестации проводится экзамен, включающий в себя защиту индивидуального программного проекта в среде LabVIEW, а также устное собеседование.

## **«Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники»**

(наименование дисциплины (модуля))

### **Цель освоения дисциплины**

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

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» относится к обязательным дисциплинам обязательной части первого блока образовательной магистерской программы по направлению 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника. Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий (УК-1);
- способность применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы (ОПК-2);
- способность приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач (ОПК-3);
- способность проводить инновационную научно-исследовательскую деятельность с применением фундаментальных знаний о физических свойствах систем с пониженной размерностью и учетом современных тенденций развития нанотехнологий (ОПК ОС-5).

### **Краткая характеристика дисциплины**

1. Введение. Кремний – основа электроники и нанoeлектроники
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.

### **Формы промежуточного контроля**

Устный опрос, прием допусков и проверка отчетов по результатам выполнения лабораторных работ. Курс заканчивается экзаменом.

## **«Современные образовательные технологии»**

(наименование дисциплины (модуля))

---

### **Цель освоения дисциплины**

**Цели освоения учебной дисциплины «Современные образовательные технологии»** ориентированы на формирование общекультурных и профессиональных компетенций, поскольку прописанная в установленном ННГУ образовательного стандарта высшего образования направленность подготовки магистров предполагает их участие в реализации научно-педагогической деятельности в целостном образовательном процессе на ступени высшего образования. Дисциплина предусматривает методическую подготовку магистрантов, включающую в себя самостоятельное проектирование образовательных программ, предусматривающих использование новых технологий обучения, что имеет важное значение для будущего ученого и практика, специалиста высшей квалификации и обеспечивает сформированность соответствующих научно-педагогических компетенций.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Современные образовательные технологии» относится к обязательным дисциплинам обязательной части основной образовательной программы по направлению 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, магистерская программа по профилю «Твердотельная электроника и нанoeлектроника». Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа.

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- УК-2. Способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.
- УК-3. Способность организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.
- УК-6. Способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные темы:

Технологический подход в сфере образования и инновационной педагогической деятельности в рамках Болонского соглашения.

Сравнительная характеристика «метода», «методики» и «технологии» как научно-педагогических категорий и их использование в образовательной практике.

Отличительные признаки образовательных и педагогических технологий и их качественное своеобразие

Технологии обучения, их специфические особенности и условия реализации в высшем образовании

Технологии воспитания, их специфические особенности и условия реализации в высшем образовании

Многообразие образовательных технологий, их общие и отличительные признаки.

Проектирование образовательного процесса в современных образовательных организациях с использованием инновационных образовательных технологий.

Принципы выбора и проектирования новых образовательных технологий для системы высшего образования

Обобщение инновационного педагогического опыта по применению разнообразных инновационных образовательных технологий для достижения требований установленного ННГУ образовательного стандарта высшего образования на разных уровнях образования

Технологии работы с информацией субъектов образовательного процесса на разных ступенях образования

Технологии актуализации потенциала субъектов образовательного процесса на разных ступенях образования

Экспертно - оценочные технологии деятельности субъектов образовательного процесса на разных ступенях образования и их применение для оценивания результатов инновационной деятельности педагогов и обучающихся

Модели нетрадиционных форм организации учебной деятельности обучающихся на разных ступенях образования с использованием интерактивных педагогических технологий, технологий деятельностного типа (проблемного диалога; формирования функционально-грамотной личности; оценивания образовательных достижений обучающихся), технологий рейтинга учебных достижений

Цель, функции и роль ФГОС ВО в организации новой модели высшего образования, стандартизации его содержательного компонента в структуре технологий обучения и проектирования образовательных программ.

#### **Формы промежуточного контроля.**

Зачет.

## «Философские вопросы естествознания»

(наименование дисциплины (модуля))

### **Цель освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Философские вопросы естествознания» является формирование высокой культуры мышления и системных мировоззренческих оснований жизнедеятельности современного профессионала и человека современного общества. Изучение данной дисциплины опирается на знания, полученные студентами в процессе изучения таких дисциплин как «История» и «Философия», а также на естественнонаучные знания, полученные студентами в процессе освоения специальных дисциплин.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

«Философские вопросы естествознания» относится к факультативным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части образовательной магистерской программы по направлению 11.04.04 – «Электроника и нанoeлектроника» и осваивается в 3 семестре 2 года обучения магистратуры.

### **Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.
- УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.
- ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора.

### **Краткая характеристика дисциплины (модуля)**

Основные блоки, разделы, темы:

1. Наука и философия: точки соприкосновения. Предметное поле философии науки.
2. Развитие знаний в первобытном мире. Протонаука древних цивилизаций.
3. Развитие науки и техники в Древнем Китае и Индии.
4. Наука в античном мире.
5. Научные знания и их трансляция в Средние века.
6. Научная революция 16-17 веков.
7. Становление науки как социального института в 17-18 веках.
8. Развитие науки в России.
9. Наука как проблемный способ исследования. Научные методы.
10. Научный реализм.
11. Инструментализм, релятивизм и релевантность.
12. Модели научного знания.
13. Философские проблемы физики.
14. Сциентизм и антисциентизм в современном мире.
15. Наука и техника: проблемы взаимодействия.
16. Личностные ресурсы ученого. Научное творчество.

**Форма промежуточного контроля: зачет.**

## «Спинтроника»

(наименование дисциплины (модуля))

### Цель освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Спинтроника» обучающийся должен знать особенности спиновых эффектов в полупроводниковых гетероструктурах, основные свойства и методы получения материалов спинтроники, принципы функционирования и характеристики приборов спинтроники; должен уметь анализировать результаты измерения аномального эффекта Холла для получения информации об электронной и магнитной подсистемах магнитного полупроводника, анализировать результаты измерения электронного парамагнитного (ферромагнитного) резонанса; должен владеть навыками измерения гальваномагнитных и магнитооптических явлений.

### Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Спинтроника» относится к обязательным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника». Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

### Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-4).

### Краткая характеристика дисциплины

Основные темы: *Понятие спина электрона; Эффекты с участием спина* (энергия магнитного диполя во внешнем магнитном поле, взаимодействие между спинами, эффект Зеемана, спин-орбитальное взаимодействие); *Магнетизм атомов* (спиновый и орбитальный магнетизм атома, электроны в атомах переходных элементов); *Магнитные характеристики материалов - диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики* (парамагнетизм спинов электронов, зонная структура переходных металлов, обменный интеграл и случаи ферромагнетизма и антиферромагнетизма, доменная структура и стенки Блоха, коэрцитивное поле и гистерезис); *Разбавленные магнитные полупроводники, магнетизм наночастиц* (фазовая диаграмма для выращивания GaMnAs, зависимость коэрцитивного поля от размеров частиц, суперпарамагнетизм); *Аномальный и спиновый эффекты Холла; Оптическая ориентация* (расчет относительных интенсивностей межзонных переходов при поглощении циркулярно-поляризованного света, спиновая поляризация возбужденных электронов); *Спиновая инжекция* (стандартная диффузионная модель спиновой инжекции, проблема рассогласования проводимостей, спиновая инжекция в системе металл/полупроводник); *Механизмы спиновой релаксации; Спиновый клапан; Приборы спинтроники - спиновые транзистор, светодиод* (концепция спинового полевого транзистора Датты-Дэса, принцип работы спинового свето-излучающего диода, Зенеровский туннельный диод).

### Формы промежуточного контроля

Форма промежуточного контроля - экзамен.

## **«Методы диагностики и анализа микро- и наносистем»**

(наименование дисциплины (модуля))

### **Цель освоения дисциплины**

Формирование представления о современных методах диагностики состава и свойств микро- и наноматериалов твердотельной опто- и наноэлектроники таких, как методы электронной спектроскопии и микроскопии, масс-спектроскопии. Изучение математических подходов к обработке и интерпретации электронных спектров и изображений электронной микроскопии. В рамках курса приводятся сравнительные характеристики различных аналитических методов: аналитическая просвечивающая электронная микроскопия, методы «зондовой» микроскопии, методы спектроскопии электромагнитного излучения. Немаловажной целью курса является изучение приборной базы современного научно-исследовательского оборудования, включая различные типы источников излучения, анализаторов, детекторов, вакуумные системы.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Методы диагностики и анализа микро- и наносистем» относится к обязательным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2. Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике современные и эффективные методики экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

### **Краткая характеристика дисциплины**

Сравнительные характеристики аналитических методов. Введение в спектроскопию заряженных частиц. Физические основы электронной оже-спектроскопии и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Математическая обработка электронных спектров и профилей распределения концентрации химических элементов по глубине. Растровая электронная микроскопия. Сканирующая оже-микроскопия. Физические основы ионного распыления. Ионное профилирование состава. Основы вакуумной техники. Оборудование для электронной спектроскопии и микроскопии. Подготовка образцов для методов электронной спектроскопии и микроскопии. Вторично-ионная масс-спектроскопия. Масс анализаторы. Источники ионов.

### **Формы промежуточного контроля**

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена.

## **«Проектирование и технология электронной компонентной базы»**

(наименование дисциплины (модуля))

### **Цель освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины " Проектирование и технология электронной компонентной базы " являются следующие.

- Изучение алгоритмов функционально-логического, схмотехнического, физико-топологического проектирования. Изучение моделей элементов и программы схмотехнического проектирования PSpice. Изучение алгоритмов топологического проектирования и поиска неисправностей.
- Формирование у студентов умений и навыков, необходимых для проектирования и оптимизации электронных схем.
- Получение углубленного профессионального образования по физике и идеологии электронной компонентной базы, обеспечивающего возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для успешной профессиональной деятельности в области микро- и нанoeлектроники.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Проектирование и технология электронной компонентной базы» входит в формируемую участниками образовательных отношений часть образовательной программы по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» в качестве обязательной. Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа.

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач, строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).
- Способность применять фундаментальные представления о физических явлениях для достижения требуемых функциональных качеств приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники (ПК -3).

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные темы: Физико-технологическое проектирование ЭКБ. Физико-топологическое проектирование ЭКБ. Схмотехническое проектирование ЭКБ. Функционально-логическое проектирование ЭКБ.

### **Формы промежуточного контроля**

Форма промежуточного контроля - экзамен.

## **«Научный семинар»**

(наименование дисциплины (модуля))

### **Цель освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины - формирование фундамента знаний и навыков, необходимых для осознанного и целенаправленного проведения научных исследований и разработок в области наноэлектроники и микросистемной техники.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Научный семинар» относится к части основной образовательной магистерской программы по направлению 11.04.04 – «Электроника и наноэлектроника», формируемой участниками образовательных отношений. Семинар проводится еженедельно в 1-м, 2-м и 3-м семестрах.

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- Способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-5).

### **Краткая характеристика дисциплины**

Научный семинар проводится еженедельно. Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы (216 часов). Семинар проходит в форме объединенного научного семинара с участием аспирантов, магистрантов, бакалавров и приглашенных докладчиков (96 часов занятия семинарского типа, 3 часа - мероприятия промежуточного контроля), 117 часов – самостоятельная работа обучающегося.

### **Формы промежуточного контроля**

В качестве основной формы и вида отчетности за семестр устанавливается научный доклад в виде презентации результатов работы на научном семинаре. В конце каждого семестра используется традиционная форма промежуточной аттестации – зачет и двухбалльная оценочная шкала «зачет-незачёт».

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

(наименование дисциплины)

### **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Физика поверхности полупроводников и систем пониженной размерности» является изучение теории и физики электронных явлений на поверхности полупроводника в МДП-структурах и квантово-размерных структурах, освоение теоретических знаний о принципах работы ряда полупроводниковых приборов, таких как полевые транзисторы, цифровые интегральные схемы, элементы полупроводниковой памяти, приборы и интегральные схемы с переносом заряда, формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями установленного ННГУ образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Физика поверхности полупроводников и систем пониженной размерности» относится к выборным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника и осваивается в течение 1 семестра обучения в магистратуре. «Физика поверхности полупроводников и систем пониженной размерности» служит основой изучения явлений и процессов, происходящих на поверхности твердых тел и интерфейсов. Курс базируется на знаниях студентов, приобретенных в курсах общей физики, квантовой механики, физики твердого тела и др.

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность применять фундаментальные представления о физических явлениях для достижения требуемых функциональных качеств приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники (ПК-3).

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные темы:

- Теория электронных явлений в полупроводниках с ОПЗ
- Квантовые размерные эффекты на поверхности полупроводника
- Поверхностная рекомбинация
- Атомарно-чистая и реальная поверхность полупроводников
- Физика МДП структур
- Приборы с зарядовой связью.

### **Формы промежуточного контроля**

Промежуточный контроль осуществляется на зачете.

## **«Радиационная стойкость изделий электроники и наноэлектроники»**

(наименование дисциплины (модуля))

### **Цель освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины " Радиационная стойкость изделий электроники и наноэлектроники " являются следующие.

- Дать основные сведения о проблемах проектирования специальной радиационно-стойкой микронэлектронной компонентной базы для радиоэлектронной аппаратуры, работающей в условиях воздействия импульсных, стационарных ионизирующих излучений, а также факторов космического пространства.
- Формирование знаний и умений в области радиационной физики полупроводников и интегральных микросхем (ИМС).
- Освоение расчётно-экспериментальных методов подтверждения и прогнозирования радиационной стойкости ИМС современных технологий КМОП/КНД.
- Изучение основ взаимодействия ионизирующих излучений различных источников с реальными конструкциями ИМС.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Радиационная стойкость изделий электроники и наноэлектроники» относится к формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», магистерская программа по профилю «Твердотельная электроника и наноэлектроника» и является дисциплиной по выбору. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа.

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- Способность применять фундаментальные представления о физических явлениях для достижения требуемых функциональных качеств приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники (ПК -3).

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные темы: Внешние воздействующие факторы. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Электронная аппаратура космического применения и военного назначения. Методы испытаний на стойкость к воздействию радиационных факторов и импульсную электрическую прочность.

### **Формы промежуточного контроля**

Для прохождения промежуточного контроля проводится зачёт.

## **«Лазерно- и ионно-лучевые методы в нанотехнологии»**

(наименование дисциплины (модуля))

### **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов магистратуры представления о новых тенденциях использования лазерных и ионных пучков в технологии наноструктур.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Лазерно- и ионно-лучевые методы в нанотехнологии» относится к дисциплинам по выбору формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы по направлению подготовки магистров 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Для усвоения данного курса необходимо изучить в рамках образовательной программы бакалавра модули (дисциплины): курсы «Атомная физика», «Физика конденсированного состояния», «Физика полупроводников» и «Физика низкоразмерных систем». Освоение данной дисциплины предполагает выбор студента и планируется во 2-ом семестре магистратуры, поскольку оно полезно как предшествующее для дисциплины профессионального цикла «Проектирование и технология электронной компонентной базы», а также для выполнения магистерской диссертации. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4. Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные темы:

Процессы, происходящие при воздействии ионного пучка на твердое тело. Ионное распыление. Физические механизмы. Зависимости коэффициента распыления от параметров. Ионно-ионная эмиссия и ее применение. Принцип работы систем с фокусированным ионным пучком, области применения ФИП. Механизмы взаимодействия лазерного излучения с веществом. Классификация и применения лазерных технологических процессов. Характеристики и механизм возникновения лазерной плазмы.

### **Формы промежуточного контроля**

Промежуточная аттестация - зачет по итогам выполнения лабораторных работ и теоретическим вопросам.

## **«Качество и надежность электронной компонентной базы»**

(наименование дисциплины (модуля))

### **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов магистратуры представления о новых тенденциях использования лазерных и ионных пучков в технологии наноструктур.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Качество и надежность электронной компонентной базы» относится к дисциплинам по выбору формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы по направлению подготовки магистров 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

Для усвоения курса необходимы знания, полученные при изучении таких дисциплин, как «Физика» (общий курс), «Математическая физика», «Физика полупроводников», «Твердотельная электроника», «Квантовая механика», «Теория вероятностей и математическая статистика». Освоение данной дисциплины предполагает выбор студента и планируется во 2-ом семестре магистратуры, поскольку оно полезно как предшествующее для дисциплины профессионального цикла «Проектирование и технология электронной компонентной базы», а также для выполнения магистерской диссертации. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4. Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные темы:

Классы надежности аппаратуры. Воздействующие факторы. Показатели качества ЭКБ. Надежность электронной компонентной базы. Оценка надежности интегральных схем. Контрольные испытания. Определение справочных данных по надежности. Математический аппарат для обработки случайных величин. Законы распределения времени до отказа. Управление качеством электронной компонентной базы. Системы управления качеством интегральных схем на этапе разработки и изготовления. Системы управления качеством ИС на этапе применения. Системы управления качеством ИС на этапе эксплуатации. Межотраслевая система управления качеством интегральных схем. Современное состояние качества и надежности ЭКБ в России и за рубежом.

### **Формы промежуточного контроля**

Промежуточная аттестация - зачет.



## «Физические основы полупроводниковых лазеров»

(наименование дисциплины)

### Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины состоит в формировании у студентов современных представлений о физических принципах и подходах лежащих в основе различных полупроводниковых источников стимулированного излучения, ознакомление с их характеристиками, существующими на сегодняшний день проблемами и тенденциями.

### Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к выборным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника. и осваивается в течение 2 семестра первого года обучения в магистратуре. «Физические основы полупроводниковых лазеров» является одним из завершающих разделов квантовой электроники. Курс базируется на знаниях студентов, приобретенных в курсах общей физики, математической физики, квантовой механики, квантовой радиофизики, физики полупроводников, классической электродинамики и др.

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

### Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-3. Способность применять фундаментальные представления о физических явлениях для достижения требуемых функциональных качеств приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники.

### Краткая характеристика дисциплины

Основные темы:

- Введение. Вопросы теории взаимодействия света и вещества
- Состояния электронов и их числа заполнения.
- Оптика межзонных переходов
- Лазеры на межзонных переходах
- Упрощенная теория полупроводникового лазера
- Лазеры на внутризонных переходах

Текущий контроль успеваемости осуществляется в виде решений и последующей проверки домашних контрольных работ, а также в рамках занятий практического и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций.

### Формы промежуточного контроля

Курс заканчивается зачетом.

## **«Основы лучевых и плазменных методов в нанoeлектронике»**

---

(наименование дисциплины)

### **Цель освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины состоит в изучении процессов взаимодействия потоков частиц и плазмы с конденсированными средами, используемых в лучевых и плазменных технологиях при производстве изделий электронной техники; овладении методами расчета и проектирования технологических лучевых и плазменных модулей; получении первичных навыков работы на лучевых и плазменных технологических установках.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Основы лучевых и плазменных методов в нанoeлектронике» относится к выборным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника и осваивается в течение 2 семестра первого года обучения в магистратуре.

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-3. Способность применять фундаментальные представления о физических явлениях для достижения требуемых функциональных качеств приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники.

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные темы:

Краткий обзор вакуумно-плазменных технологий, методов плазменной обработки, лучевых технологий, электронно-лучевой обработки, ионно-лучевой технологии, ионного легирования, лазерной технологии. Процессы и технологии электронно-лучевой обработки

### **Формы промежуточного контроля**

Курс заканчивается зачетом.

## **«Физика аморфных и нанокристаллических полупроводников»**

---

(наименование дисциплины (модуля))

### **Цель освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Физика аморфных и нанокристаллических полупроводников» являются: освоение студентами структурных, электронных, фотоэлектрических и оптических свойств аморфных полупроводников и нанокристаллов в широкозонной матрице.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Физика аморфных и нанокристаллических полупроводников» относится к формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника и является курсом по выбору. Курс преподается в 3 семестре. Трудоемкость дисциплины – 4 зачетных единиц, 144 часа.

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4. Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные блоки, разделы, темы: Стеклообразные, некристаллические и аморфные твердые тела. Получение пленок аморфных полупроводников. Особенности свойств аморфных полупроводников, полученных различным способом. Структура ближнего порядка. Случайная сетка атомов. Андерсоновская локализация. Модели плотности состояний. Электронный транспорт, фотоэлектрические и оптические свойства. Температурная зависимость проводимости и термо-ЭДС. Дрейфовая подвижность и фотопроводимость. Легирование. Оптическое поглощение. Особенности рекомбинации неравновесных носителей. Применение аморфного и микрокристаллического кремния. Полевой транзистор. Солнечные элементы. Датчики излучения. Элементы памяти. Индуцированные светом эффекты. Физические, технологические особенности микро- и нанокристаллического кремния. Пористый кремний и массивы нанокристаллов кремния в диэлектрической матрице. Люминесцентные свойства и электронный транспорт. Перспективные направления в применении.

### **Формы промежуточного контроля**

Экзамен.

# «Основы дифракционного структурного анализа»

(наименование дисциплины)

## Цель освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы дифракционного структурного анализа» являются включение современной методологии дифракционных методов исследования твердых тел в общую систему знаний студентов, формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями установленного ННГУ образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника».

## Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы дифракционного структурного анализа» относится к выборным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника» и осваивается в течение первого семестра второго года обучения в магистратуре. «Основы дифракционного структурного анализа» формирует у студентов базовые знания об использовании явления дифракции для получения информации об атомной структуре твердых тел. Курс базируется на знаниях студентов, приобретенных в курсах теория колебаний и волн, общая физика, электродинамика, физика твердого тела и др.

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

## Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-4. Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.

## Краткая характеристика дисциплины

Основные темы:

Предмет дифракционного структурного анализа. Структурный анализ как преобразование Фурье. Определение геометрии дифракционной картины с помощью фурье-образов рассеивающих объектов. Периодически модулированные структуры.

Фазовая проблема и ее решение патерсоновскими и прямыми методами. Атомное строение некоторых кристаллов. Влияние симметрии кристалла на картину дифракции.

Кристалл с дефектами. Особенности анализа поликристалла и осевой текстуры. Основные типы рентгеновской дифракционной аппаратуры. Особенности рентгеновского дифрактометра.

Дифракционное исследование эпитаксиальных гетероструктур. Анализ мозаичной структуры. Измерение упругих деформаций и концентрации твердого раствора. Интенсивность отражения от кристаллической пластинки. Кинематическое и динамическое рассеяние. Графики Дю-Монда. Рекуррентная формула для многослойной структуры. Диагностика дефектов эпитаксиальных гетероструктур по кривым качания.

**Формы промежуточного контроля:** экзамен.

## **«Физико-химические основы технологии мемристорной наноэлектроники»**

(наименование дисциплины)

### **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Физико-химические основы технологии мемристорной наноэлектроники» является формирование у студентов современного представления о мемристорной наноэлектронике; освоение обучающимися современных технологических подходов к реализации мемристоров и искусственных нейроморфных систем, формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями установленного ННГУ образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Физико-химические основы технологии мемристорной наноэлектроники» относится к выборным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника и осваивается в течение 3 семестра обучения в магистратуре.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-4).

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные темы:

1. Наноэлектроника нейроморфных информационно-вычислительных систем.
2. Механизмы функционирования приборов наноэлектроники нейроморфных систем (на примере мемристорных наноструктур и устройств).
3. Многомасштабное моделирование приборов наноэлектроники нейроморфных систем (на примере мемристорных наноструктур и устройств).
4. Технология изготовления приборов наноэлектроники нейроморфных систем (на примере мемристорных наноструктур и устройств).
5. Методы исследования и тестирования приборов наноэлектроники нейроморфных систем (на примере мемристорных наноструктур и устройств).

### **Формы промежуточного контроля**

Промежуточный контроль осуществляется на экзамене.

## **«Проектирование интегральных схем мемристорной наноэлектроники»**

(наименование дисциплины)

### **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Проектирование интегральных схем мемристорной наноэлектроники» является формирование представления о новой парадигме в электронике – построении ее на основе мемристоров; выработка компетенций в области проектирования интегральных схем, включающих наноэлектронные компоненты; освоение обучающимися методов и подходов к построению интегральных схем мемристорной наноэлектроники, формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями установленного ННГУ образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Проектирование интегральных схем мемристорной наноэлектроники» относится к выборным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника и осваивается в течение 3 семестра обучения в магистратуре.

Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

- Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
- готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-4).

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные темы:

1. Мемристоры, нейронные сети и интегральные схемы.
2. Физико-технологическое проектирование искусственных нейронных сетей.
3. Физико-топологическое проектирование искусственных нейронных сетей.
4. Схемотехническое проектирование искусственных нейронных сетей.
5. Функционально-логическое проектирование искусственных нейронных сетей.
6. Достоверность операций с использованием искусственных нейронных сетей.

### **Формы промежуточного контроля**

Промежуточный контроль осуществляется на зачете.

## **«Базовые технологические процессы изготовления интегральных схем»**

(наименование дисциплины)

### **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Базовые технологические процессы изготовления интегральных схем» является изучение базовых технологических процессов (БТП) изготовления изделий микроэлектроники с субмикронными проектными нормами; формирование знаний и навыков конструкторско-технологического проектирования элементов интегральных микросхем (ИС); формирование знаний и навыков разработки топологии в САПР Cadance, формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями установленного ННГУ образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника».

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Базовые технологические процессы изготовления интегральных схем» относится к выборным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника и осваивается в течение 3 семестра обучения в магистратуре.

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8);
- готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства (ПК-9).

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные темы:

Знакомство с перечнем элементов интегральных схем с субмикронными проектными нормами. Этапы разработки и изготовления ИМС.

Изучение особенностей основных операций БТП, а именно: окисление (в сухом и во влажном кислороде), осаждение диэлектриков (PE TEOS, SA TEOS и др.), ионная имплантация примеси, нанесение фоторезиста (ФР), экспонирование, проявление, травление слоев и т.д. Особенности моделирования основных операций БТП в TCAD.

Маршрут изготовления БТП. Математическое моделирование БТП. 2D и 3D моделирование в TCAD. Моделирование токов утечек через подзатворный диэлектрик. Изучение особенностей разработки топологии в САПР Cadance. Особенности изготовления ИМС.

### **Формы промежуточного контроля**

Промежуточный контроль осуществляется на экзамене.

## **«Автоматизация процессов микро- и нанотехнологии»**

(наименование дисциплины)

---

### **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Автоматизация процессов микро- и нанотехнологии» является формирование представления о новой парадигме в электронике – построении ее на основе мемристоров; выработка компетенций в области проектирования интегральных схем, включающих нанoeлектронные компоненты; освоение обучающимися методов и подходов к построению интегральных схем мемристорной нанoeлектроники, формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями установленного ННГУ образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника».

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Автоматизация процессов микро- и нанотехнологии» относится к выборным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника и осваивается в течение 3 семестра обучения в магистратуре.

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8);
- готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства (ПК-9).

### **Краткая характеристика дисциплины**

Основные темы:

Химико- технологические объекты управления. Понятие об измерении. Основные элементы процесса измерения. Первичные преобразователи. Приборы для измерения температуры. Приборы для измерения давления. Приборы для измерения расхода и количества вещества. Приборы для измерения состава и физических свойств веществ. Технические средства автоматизации. Исполнительные механизмы и регулирующие органы. Задача автоматического регулирования. Основные понятия и определения. Автоматические регуляторы. Обобщенная архитектура автоматизированной системы управления технологическими процессами. Программно- аппаратные средства АСУ ТП. Знакомство с SCADA системами. Знакомство с CODESYS. Знакомство с технологией OPC- сервера.

### **Формы промежуточного контроля**

Промежуточный контроль осуществляется на экзамене.

## **«История и философия науки»**

(наименование дисциплины (модуля))

---

### **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «История и философия науки» является формирование у студентов современного представления о принципах естественнонаучного знания; Изучение данной дисциплины опирается на знания, полученные студентами в процессе изучения таких дисциплин как «История» и «Философия», а также на естественнонаучные знания, полученные студентами в процессе освоения специальных дисциплин.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «История и философия науки» относится к факультативным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части образовательной магистерской программы по направлению 11.04.04 – «Электроника и наноэлектроника» и осваивается во 2 семестре 1 года обучения магистратуры.

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

- Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
- готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности (ОК-3).
  - способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-4).

### **Краткая характеристика дисциплины (модуля)**

Основные блоки, разделы, темы.

Тема 1. История становления естественнонаучных и философских концепций

Тема 2. Сущность основных онтологических и гносеологических идей, используемых наукой для своего развития и обоснования

Тема 3. Научный поиск и научная картина мира: основные методологические принципы построения

### **Формы промежуточного контроля**

Экзамен.

## «Спецпрактикум»

(наименование дисциплины (модуля))

---

### **Цель освоения дисциплины**

- формирование у студентов современного представления об основных экспериментальных методиках исследования твердотельных структур;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельной работы в решении практических задач, близких к сфере профессиональной деятельности.

### **Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина «Спецпрактикум» относится к факультативным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части образовательной магистерской программы по направлению 11.04.04 – «Электроника и наноэлектроника» и осваивается в течение второго семестра первого года обучения в магистратуре. Трудоемкость дисциплины – 1 зачетная единица (36 часов).

### **Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, методически грамотно излагать материал и представлять его в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, методических пособий (ПК-5).

### **Краткая характеристика дисциплины**

Список лабораторных работ:

- Фотолюминесценция полупроводниковых сверхрешеток.
- Излучательные характеристики p-n перехода.
- Комбинационное рассеяние света в твердых телах.
- Циклотронный резонанс в полупроводниках.
- Методика измерения основных параметров многослойных рентгеновских зеркал.
- Измерение температуры сверхпроводящего перехода и токонесущей способности пленки YBaCuO.

### **Формы промежуточного контроля**

Зачет.

## «Философия (дополнительные главы)»

(наименование дисциплины (модуля))

### **Цель освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины «Философия (дополнительные главы)» является формирование высокой культуры мышления и системных мировоззренческих оснований жизнедеятельности современного профессионала и человека современного общества. Изучение данной дисциплины опирается на знания, полученные студентами в процессе изучения таких дисциплин как «История» и «Философия», а также на естественнонаучные знания, полученные студентами в процессе освоения специальных дисциплин

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Философия (дополнительные главы) относится к факультативным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части образовательной магистерской программы по направлению 11.04.04 – «Электроника и наноэлектроника» и осваивается в 3 семестре 2 года обучения магистратуры.

### **Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции).**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-3. Готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности.
- ОК-4. Способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности.

### **Краткая характеристика дисциплины (модуля)**

Основные блоки, разделы, темы:

1. Миф в древности и в современном мире.
2. Восточное и западное мышление.
3. Рационализм и эмпиризм в современной философии
4. Сознание: Методологические трудности изучения сознания. Самоочевидность и ускользающая предметность. Происхождение сознания. Особенности сознания. Сознание и искусственный интеллект.
5. Структура сознания. Сознание и бессознательное. Сознание и язык.
6. Структура и особенности научного познания
7. Концепции истины (классические и неклассические).
8. Современные онтологические модели
9. Философия религии и современный мир.
10. Социальная философия: натуралистическая и феноменологическая модели общества
11. Социальная философия: деятельностная и идеалистическая модели общества
12. Отношение человека и социума. Социальное и личностное в человеке, проблема самосознания.
13. Феноменология и герменевтика
14. Постмодернизм
15. Жизненный мир человека и смысл индивидуальной жизни.
16. Позитивизм и постпозитивизм.

**Формы промежуточного контроля: экзамен.**

## **«Основы инновационной деятельности»**

(наименование дисциплины (модуля))

---

### **Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является углубление знаний, умений и владений студентов в сфере инновационной деятельности, изучение возможностей коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности и методов оценки эффективности инновационных проектов.

### **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Основы инновационной деятельности» относится к факультативным дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений части учебного плана основной профессиональной образовательной программы по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника». Данная дисциплина преподаётся в первом семестре 1 года магистерского обучения.

### **Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) (компетенции)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:  
*ОПК-3*. Способность демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность).

#### **- Краткая характеристика дисциплины (модуля)**

Основные блоки, разделы, темы:

Тема 1. Жизненный цикл инноваций

Тема 2. Инфраструктура инновационной экономики

Тема 3. Источники финансирования инновационной деятельности

Тема 4. Национальные особенности организации инновационной экономики.

Тема 1. Основы креативного мышления

Тема 2. Маркетинг инноваций

Тема 3. Методы и способы защиты интеллектуальной собственности инновационного проекта.

Тема 4. Инвестиционный анализ инновационных проектов.

### **Формы промежуточного контроля**

Зачет.