

# Паспорт образовательной программы «Прикладная электроника и фотоника»

## Обучение ведется по направлению

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

---

## Утверждение программы

Приказ от 21.10.2020 № 6.18.1-01/2110-01

---

## Образовательный стандарт НИУ ВШЭ

[Образовательный стандарт НИУ ВШЭ уровень высшего образования – магистратура \(с 2022 года набора\) \(электронная подпись\)](#) (PDF, 1.05 Мб)

---

## Дата обновления паспорта

26.07.2023

---

## Сетевая форма реализации

Нет

---

## Срок, форма обучения и объем

**2 года**<sup>□</sup>

Очная форма обучения, 120

---

## Язык реализации



Обучение ведется на русском и частично на английском языке

---

## Квалификация выпускника

Магистр

---

## Программа двух дипломов

Нет

---

## Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

С применением

# Траектории

2023/2024 УЧЕБНЫЙ ГОД

## Инжиниринг в электронике, микро- и наноэлектронике

**Вид:** Прикладная

**Наставник:** [Петросянц Константин Орестович](#)

**Язык реализации:** Русский и английский

**Применение электронного обучения и дистанционных технологий:** С применением

**Квалификация выпускника:** Магистр

**Ключевые образовательные результаты:**

КОР-1

Знает: - виды и назначение математических моделей физических процессов функционирования компонентов систем связи, схем различной сложности; - существующие модели компонентов изделий микро- и наноэлектроники; - основные методы формирования математических моделей; - номенклатуру и назначение современного программного обеспечения для решения инженерных задач. Уметь: - применять математические модели, ЭВМ и пакеты САПР для изучения процессов функционирования инфокоммуникационных устройств и систем связи; - использовать и развивать передовые отечественные и зарубежные достижения в области электроники при проведении научных исследований и разработки проектов перспективных систем и устройств на их основе.

КОР-2

Знает: - методики измерения электрических параметров и характеристик электронных компонентов и средств; - принципы работы электронных компонентов и средств; - проектно-конструкторскую документацию в области электронных компонентов и средств в соответствии с методическими и нормативными требованиями. - физические принципы работы электронных компонентов и средств; - методы обработки результатов измерений параметров электронных компонентов и средств;

КОР-3

Владеет методами оценки параметров полупроводниковых структур.

КОР-4

Знает классификации ИС, понятия степени интеграции, устройство систем на кристалле.

КОР-5

Знать Влияние параметров печатных плат, условий охлаждения, корпусов компонентов на их тепловые режимы. Влияние температуры на характеристик электронных компонентов.

КОР-6

Уметь: Выбирать и применять процессоры для цифровой обработки аудио и видео сигналов.

КОР-7

Уметь: представлять вербальные описания ТС в виде структурно-параметрических моделей, иерархической структуры связей параметров; проводить функциональный анализ ТС; формулировать функцию и цели проектирования новаций, выявлять и описывать функциональные единицы в ТС.

КОР-8

ПРО 3 Выбирать аппаратные и компоненты измерительных систем, их параметры, методы обработки сигналов и измерительной информации, подходящие для решения конкретной прикладной задачи

КОР-9

Владеть: методами проектирования структур электронных компонентов с помощью пакетов приборно-технологического проектирования.

КОР-10

Владеет навыками применения автоматизированных методик анализа электрических, тепловых и механических процессов, протекающих в схемах и конструкциях радиоэлектронных средств с учетом особенностей их применения, а также методиками расчёта показателей надёжности радиоэлектронных средств

#### **Характеристика профессиональной деятельности:**

##### **ПК-1**

Способен ставить научно-исследовательские задачи и выявлять научную проблематику в области электроники и микроэлектроники

##### **ПК-2**

Способен применять физико-математический аппарат для разработки методик и проведения теоретических и экспериментальных исследований изделий электронной техники, интерпретировать и представлять их результаты

##### **ПК-3**

Способен организовать и проводить экспериментальные исследования на основе информационно-измерительных комплексов с применением современных средств и методов

##### **ПК-4**

Способен разрабатывать математические модели и исследовать процессы и изделия электронной техники, разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач

##### **ПК-5**

Способен ставить и решать с использованием физико-математических методов задачи инженерного анализа для создания изделий электронной техники

##### **ПК-6**

Способен на основе системного подхода разрабатывать изделия электронной техники на стадиях инженерного проектирования с учетом экономических и экологических требований и требований безопасности жизнедеятельности

##### **ПК-7**

Способен проектировать и конструировать электронные компоненты и средства, приборы, устройства и оборудование различного назначения с применением современных компьютерных и информационных технологий

##### **ПК-8**

Способен разрабатывать проектно-конструкторскую, технологическую и техническую документацию на изделия электронной техники в соответствии с методическими и нормативными требованиями

##### **ПК-9**

Способен проектировать удовлетворяющие требованиям технологичности, здоровья и безопасности технологические процессы производства новых материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства

##### **ПК-10**

Способен осуществить авторское сопровождение, диагностику и контроль материалов и изделий электронной техники на производственном и эксплуатационном этапах

##### **ПК-11**

Способен к поиску и синтезу новых конкурентоспособных технических решений изделий электронной техники и технологий их производства для достижения лидирующих позиций на рынке

##### **ПК-12**

Способен обосновывать, планировать и организовывать реализацию технико-технологических новшеств в электронике и микроэлектронике на этапах инновационной деятельности

##### **ПК-13**

Способен осуществлять обоснование инновационного проекта, защищать права на полученные объекты интеллектуальной собственности и презентовать результаты инновационной инженерной деятельности

ПК-14

Способен организовать проектный коллектив и работать в качестве члена и руководителя группы над междисциплинарным проектом в области исследования, разработки и производства, вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели

ПК-15

Способен методически обоснованно формировать планы лекций и практических занятий по учебным дисциплинам в области электроники и нанoeлектроники

### **Характеристика образовательных модулей:**

#### **КЛЮЧЕВЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ**

- Микро- и нанoeлектроника
- Аналоговые и цифровые устройства
- Методология инновационного инженерного проектирования
- Компьютерные измерительные технологии
- Проектирование и моделирование элементной базы микрoeлектроники
- Автоматизированные системы обеспечения надежности и качества электронных средств
- Системы автоматизированного проектирования изделий микро- и нанoeлектроники
- Измерение и контроль параметров электронных компонентов и средств

## **Инжиниринг в электронике, микро- и нанoeлектронике (23/24)**

**Вид:** Исследовательская

**Наставник:** [Петросянц Константин Орестович](#)

**Язык реализации:** Русский и английский

**Применение электронного обучения и дистанционных технологий:** С применением

**Квалификация выпускника:** Магистр

#### **Ключевые образовательные результаты:**

КОР-1

Знает: - виды и назначение математических моделей физических процессов функционирования компонентов систем связи, схем различной сложности; - существующие модели компонентов изделий микро- и нанoeлектроники; - основные методы формирования математических моделей; - номенклатуру и назначение современного программного обеспечения для решения инженерных задач. Уметь: - применять математические модели, ЭВМ и пакеты САПР для изучения процессов функционирования инфокоммуникационных устройств и систем связи; - использовать передовые отечественные и зарубежные достижения в области электроники при проведении научных исследований и разработки проектов перспективных систем и устройств на их основе.

КОР-2

Знает: - методики измерения электрических параметров и характеристик электронных компонентов и средств; - принципы работы электронных компонентов и средств; - проектно-конструкторскую документацию в области электронных компонентов и средств в соответствии с методическими и нормативными требованиями. - физические принципы работы электронных компонентов и средств; -

методы обработки результатов измерений параметров электронных компонентов и средств;

КОР-3

Владеет методами оценки параметров полупроводниковых структур.

КОР-4

Знает классификации ИС, понятия степени интеграции, устройство систем на кристалле.

КОР-5

Знать Влияние параметров печатных плат, условий охлаждения, корпусов компонентов на их тепловые режимы. Влияние температуры на характеристик электронных компонентов.

КОР-6

Уметь: Выбирать и применять процессоры для цифровой обработки аудио и видео сигналов.

КОР-7

Уметь: представлять вербальные описания ТС в виде структурно-параметрических моделей, иерархической структуры связей параметров; проводить функциональный анализ ТС; формулировать функцию и цели проектирования новаций, выявлять и описывать функциональные единицы в ТС.

КОР-8

ПРО 3 Выбирать аппаратные и компоненты измерительных систем, их параметры, методы обработки сигналов и измерительной информации, подходящие для решения конкретной прикладной задачи

КОР-9

Владеть: методами проектирования структур электронных компонентов с помощью пакетов приборно-технологического проектирования.

КОР-10

Владеет навыками применения автоматизированных методик анализа электрических, тепловых и механических процессов, протекающих в схемах и конструкциях радиоэлектронных средств с учетом особенностей их применения, а также методиками расчёта показателей надёжности радиоэлектронных средств

#### **Характеристика профессиональной деятельности:**

ПК-1

Способен ставить научно-исследовательские задачи и выявлять научную проблематику в области электроники и нанoeлектроники

ПК-2

Способен применять физико-математический аппарат для разработки методик и проведения теоретических и экспериментальных исследований изделий электронной техники, интерпретировать и представлять их результаты

ПК-3

Способен организовать и проводить экспериментальные исследования на основе информационно-измерительных комплексов с применением современных средств и методов

ПК-4

Способен разрабатывать математические модели и исследовать процессы и изделия электронной техники, разрабатывать и применять специализированное программноматематическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач

ПК-5

Способен ставить и решать с использованием физико- математических методов задачи инженерного анализа для создания изделий электронной техники

ПК-6

Способен на основе системного подхода разрабатывать изделия электронной техники на стадиях инженерного проектирования с учетом экономических и экологических требований и требований

безопасности жизнедеятельности

ПК-7

Способен проектировать и конструировать электронные компоненты и средства, приборы, устройства и оборудование различного назначения с применением современных компьютерных и информационных технологий

ПК-8

Способен разрабатывать проектно-конструкторскую, технологическую и техническую документацию на изделия электронной техники в соответствии с методическими и нормативными требованиями

ПК-9

Способен проектировать удовлетворяющие требованиям технологичности, здоровья и безопасности технологические процессы производства новых материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства

ПК-10

Способен осуществить авторское сопровождение, диагностику и контроль материалов и изделий электронной техники на производственном и эксплуатационном этапах

ПК-11

Способен к поиску и синтезу новых конкурентоспособных технических решений изделий электронной техники и технологий их производства для достижения лидирующих позиций на рынке

ПК-12

Способен обосновывать, планировать и организовывать реализацию технико-технологических новшеств в электронике и нанoeлектронике на этапах инновационной деятельности

ПК-13

Способен осуществлять обоснование инновационного проекта, защищать права на полученные объекты интеллектуальной собственности и презентовать результаты инновационной инженерной деятельности

ПК-14

Способен организовать проектный коллектив и работать в качестве члена и руководителя группы над междисциплинарным проектом в области исследования, разработки и производства, вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели

ПК-15

Способен методически обоснованно формировать планы лекций и практических занятий по учебным дисциплинам в области электроники и нанoeлектроники

**Характеристика образовательных модулей:**

**КЛЮЧЕВЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ**

- Микро- и нанoeлектроника
- Аналоговые и цифровые устройства
- Методология инновационного инженерного проектирования
- Компьютерные измерительные технологии
- Проектирование и моделирование элементной базы микроэлектроники
- Автоматизированные системы обеспечения надежности и качества электронных средств
- Системы автоматизированного проектирования изделий микро- и нанoeлектроники
- Измерение и контроль параметров электронных компонентов и средств

## **Квантовая нанoeлектроника и материалы**

---

**Вид:** Прикладная

**Наставник:** [Арутюнов Константин Юрьевич](#)

**Язык реализации:** Русский и английский

**Применение электронного обучения и дистанционных технологий:** С применением

**Квалификация выпускника:** Магистр

**Ключевые образовательные результаты:**

КОР-1

Уметь: • ставить задачи математического моделирования физических явлений; • работать с математическими пакетами Mathcad, Matlab, Comsol; • программировать на языках систем Comsol, Mathcad и Matlab.

КОР-2

Владеет навыками проведения квантово-механических расчётов для моделирования новых материалов и приборов наноэлектроники.

КОР-3

Владеть базовыми методами анализа колебательных систем; представлениями о возможных типах симметрии кристаллической решетки.

КОР-4

Уметь использовать справочные данные для анализа типа связи в конкретном кристалле; рассчитывать дифракционные картины в простейших случаях рентгеновского облучения кристаллов.

КОР-5

Владеет методикой анализа и использования приборов наноэлектроники и оптоэлектроники.

КОР-6

Знает: основные направления создания приборов и устройств фотоники на основе новых материалов; основные понятия квантовой механики; устройство и принцип работы различных оптических элементов, используемых для генерации, регистрации и преобразования излучения; теоретические основы нелинейной оптики, кристаллооптики, волоконной и интегральной оптики.

КОР-7

Умеет делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента, использовать полученные знания для описания конкретных схем использования приборов квантовой фотоники, описывать основные квантовые системы.

КОР-8

Знает основные понятия квантовой механики, устройство и принцип работы различных оптических элементов, используемых для генерации, регистрации и преобразования излучения, основные сведения об используемых протоколах и схемах квантовой криптографии.

КОР-9

Знание актуальных проблем в области квантовых коммуникаций, квантовых вычислений, квантовых сенсоров.

КОР-10

Умеет: - пользоваться своими знаниями для решения технологических задач; - осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики; - эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых результатов; - планировать, организовывать и проводить технологические исследования.

**Характеристика профессиональной деятельности:**

ПК-1 Способен ставить научно-исследовательские задачи и выявлять научную проблематику в области электроники и наноэлектроники

ПК-2 Способен применять физико-математический аппарат для разработки методик и проведения теоретических и экспериментальных исследований изделий электронной техники, интерпретировать и представлять их результаты

ПК-3 Способен организовать и проводить экспериментальные исследования на основе информационно-измерительных комплексов с применением современных средств и методов

ПК-4 Способен разрабатывать математические модели и исследовать процессы и изделия электронной техники, разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач

ПК-5 Способен ставить и решать с использованием физико-математических методов задачи инженерного анализа для создания изделий электронной техники

ПК-6 Способен на основе системного подхода разрабатывать изделия электронной техники на стадиях инженерного проектирования с учетом экономических и экологических требований и требований безопасности жизнедеятельности

ПК-7 Способен проектировать и конструировать электронные компоненты и средства, приборы, устройства и оборудование различного назначения с применением современных компьютерных и информационных технологий

ПК-8 Способен разрабатывать проектно-конструкторскую, технологическую и техническую документацию на изделия электронной техники в соответствии с методическими и нормативными требованиями

ПК-9 Способен проектировать удовлетворяющие требованиям технологичности, здоровья и безопасности технологические процессы производства новых материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства

ПК-10 Способен осуществить авторское сопровождение, диагностику и контроль материалов и изделий электронной техники на производственном и эксплуатационном этапах

ПК-11 Способен к поиску и синтезу новых конкурентоспособных технических решений изделий электронной техники и технологий их производства для достижения лидирующих позиций на рынке

ПК-12 Способен обосновывать, планировать и организовывать реализацию технико-технологических новшеств в электронике и наноэлектронике на этапах инновационной деятельности

ПК-13 Способен осуществлять обоснование инновационного проекта, защищать права на полученные объекты интеллектуальной собственности и презентовать результаты инновационной инженерной деятельности

ПК-14 Способен организовать проектный коллектив и работать в качестве члена и руководителя группы над междисциплинарным проектом в области исследования, разработки и производства, вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели

ПК-15 Способен методически обоснованно формировать планы лекций и практических занятий по учебным дисциплинам в области электроники и наноэлектроники

#### **Характеристика образовательных модулей:**

##### **КЛЮЧЕВЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ**

- Практикум по нанотехнологиям
- Фотоника и метаматериалы
- Квантовые низкоразмерные системы
- Мезоскопический электронный транспорт
- Макроскопические квантовые системы
- Квантовые компьютеры и информационные системы

## **Квантовая наноэлектроника и материалы (23/24)**

**Вид:** Исследовательская

**Наставник:** [Арутюнов Константин Юрьевич](#)

**Язык реализации:** Русский и английский

**Применение электронного обучения и дистанционных технологий:** С применением

**Квалификация выпускника:** Магистр

**Ключевые образовательные результаты:**

КОР-1

Уметь: • ставить задачи математического моделирования физических явлений; • работать с математическими пакетами Mathcad, Matlab, Comsol; • программировать на языках систем Comsol, Mathcad и Matlab.

КОР-2

Владеет навыками проведения квантово-механических расчётов для моделирования новых материалов и приборов наноэлектроники.

КОР-3

Владеть базовыми методами анализа колебательных систем; представлениями о возможных типах симметрии кристаллической решетки.

КОР-4

Уметь использовать справочные данные для анализа типа связи в конкретном кристалле; рассчитывать дифракционные картины в простейших случаях рентгеновского облучения кристаллов.

КОР-5

Владеет методикой анализа и использования приборов наноэлектроники и оптоэлектроники.

КОР-6

Знает: основные направления создания приборов и устройств фотоники на основе новых материалов; основные понятия квантовой механики; устройство и принцип работы различных оптических элементов, используемых для генерации, регистрации и преобразования излучения; теоретические основы нелинейной оптики, кристаллооптики, волоконной и интегральной оптики.

КОР-7

Умеет делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента, использовать полученные знания для описания конкретных схем использования приборов квантовой фотоники, описывать основные квантовые системы.

КОР-8

Знает основные понятия квантовой механики, устройство и принцип работы различных оптических элементов, используемых для генерации, регистрации и преобразования излучения, основные сведения об используемых протоколах и схемах квантовой криптографии.

КОР-9

Знание актуальных проблем в области квантовых коммуникаций, квантовых вычислений, квантовых сенсоров.

КОР-10

Умеет: - пользоваться своими знаниями для решения технологических задач; - осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики; - эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых результатов; - планировать, организовывать и проводить технологические исследования.

**Характеристика профессиональной деятельности:**

ПК-1 Способен ставить научно-исследовательские задачи и выявлять научную проблематику в области электроники и наноэлектроники

ПК-2 Способен применять физико-математический аппарат для разработки методик и проведения теоретических и экспериментальных исследований изделий электронной техники, интерпретировать и представлять их результаты

ПК-3 Способен организовать и проводить экспериментальные исследования на основе информационно-измерительных комплексов с применением современных средств и методов

ПК-4 Способен разрабатывать математические модели и исследовать процессы и изделия электронной техники, разрабатывать и применять специализированное программноматематическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач

ПК-5 Способен ставить и решать с использованием физико-математических методов задачи инженерного анализа для создания изделий электронной техники

ПК-6 Способен на основе системного подхода разрабатывать изделия электронной техники на стадиях инженерного проектирования с учетом экономических и экологических требований и требований безопасности жизнедеятельности

ПК-7 Способен проектировать и конструировать электронные компоненты и средства, приборы, устройства и оборудование различного назначения с применением современных компьютерных и информационных технологий

ПК-8 Способен разрабатывать проектно-конструкторскую, технологическую и техническую документацию на изделия электронной техники в соответствии с методическими и нормативными требованиями

ПК-9 Способен проектировать удовлетворяющие требованиям технологичности, здоровья и безопасности технологические процессы производства новых материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства

ПК-10 Способен осуществить авторское сопровождение, диагностику и контроль материалов и изделий электронной техники на производственном и эксплуатационном этапах

ПК-11 Способен к поиску и синтезу новых конкурентоспособных технических решений изделий электронной техники и технологий их производства для достижения лидирующих позиций на рынке

ПК-12 Способен обосновывать, планировать и организовывать реализацию технико-технологических новшеств в электронике и наноэлектронике на этапах инновационной деятельности

ПК-13 Способен осуществлять обоснование инновационного проекта, защищать права на полученные объекты интеллектуальной собственности и презентовать результаты инновационной инженерной деятельности

ПК-14 Способен организовать проектный коллектив и работать в качестве члена и руководителя группы над междисциплинарным проектом в области исследования, разработки и производства, вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели

ПК-15 Способен методически обоснованно формировать планы лекций и практических занятий по учебным дисциплинам в области электроники и наноэлектроники

#### **Характеристика образовательных модулей:**

#### **КЛЮЧЕВЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ**

- Практикум по нанотехнологиям
- Фотоника и метаматериалы
- Квантовые низкоразмерные системы
- Мезоскопический электронный транспорт
- Макроскопические квантовые системы
- Квантовые компьютеры и информационные системы

## **Технологические основы квантовых вычислений и квантовых коммуникаций**

**Вид:** Прикладная

**Наставник:** [Гольцман Григорий Наумович](#)

**Язык реализации:** Русский и английский

**Применение электронного обучения и дистанционных технологий:** С применением

**Квалификация выпускника:** Магистр

**Ключевые образовательные результаты:**

КОР-1

Уметь: • ставить задачи математического моделирования физических явлений; • работать с математическими пакетами Mathcad, Matlab, Comsol; • программировать на языках систем Comsol, Mathcad и Matlab.

КОР-2

Владеет навыками проведения квантово-механических расчётов для моделирования новых материалов и приборов наноэлектроники.

КОР-3

Владеть базовыми методами анализа колебательных систем; представлениями о возможных типах симметрии кристаллической решетки.

КОР-4

Уметь использовать справочные данные для анализа типа связи в конкретном кристалле; рассчитывать дифракционные картины в простейших случаях рентгеновского облучения кристаллов.

КОР-5

Владеет методикой анализа и использования приборов наноэлектроники и оптоэлектроники.

КОР-6

Знает: основные направления создания приборов и устройств фотоники на основе новых материалов; основные понятия квантовой механики; устройство и принцип работы различных оптических элементов, используемых для генерации, регистрации и преобразования излучения; теоретические основы нелинейной оптики, кристаллооптики, волоконной и интегральной оптики.

КОР-7

Знает основные понятия квантовой механики, устройство и принцип работы различных оптических элементов, используемых для генерации, регистрации и преобразования излучения, основные сведения об используемых протоколах и схемах квантовой криптографии.

КОР-8

Умеет делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента, использовать полученные знания для описания конкретных схем использования приборов квантовой фотоники, описывать основные квантовые системы.

**Характеристика профессиональной деятельности:**

ПК-1 Способен ставить научно-исследовательские задачи и выявлять научную проблематику в области электроники и наноэлектроники

ПК-2 Способен применять физико-математический аппарат для разработки методик и проведения теоретических и экспериментальных исследований изделий электронной техники, интерпретировать и представлять их результаты

ПК-3 Способен организовать и проводить экспериментальные исследования на основе информационно-измерительных комплексов с применением современных средств и методов

ПК-4 Способен разрабатывать математические модели и исследовать процессы и изделия электронной техники, разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач

ПК-5 Способен ставить и решать с использованием физико-математических методов задачи инженерного анализа для создания изделий электронной техники

ПК-6 Способен на основе системного подхода разрабатывать изделия электронной техники на стадиях инженерного проектирования с учетом экономических и экологических требований и требований

безопасности жизнедеятельности

ПК-7 Способен проектировать и конструировать электронные компоненты и средства, приборы, устройства и оборудование различного назначения с применением современных компьютерных и информационных технологий

ПК-8 Способен разрабатывать проектно-конструкторскую, технологическую и техническую документацию на изделия электронной техники в соответствии с методическими и нормативными требованиями

ПК-9 Способен проектировать удовлетворяющие требованиям технологичности, здоровья и безопасности технологические процессы производства новых материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства

ПК-10 Способен осуществить авторское сопровождение, диагностику и контроль материалов и изделий электронной техники на производственном и эксплуатационном этапах

ПК-11 Способен к поиску и синтезу новых конкурентоспособных технических решений изделий электронной техники и технологий их производства для достижения лидирующих позиций на рынке

ПК-12 Способен обосновывать, планировать и организовывать реализацию технико-технологических новшеств в электронике и нанoeлектронике на этапах инновационной деятельности

ПК-13 Способен осуществлять обоснование инновационного проекта, защищать права на полученные объекты интеллектуальной собственности и презентовать результаты инновационной инженерной деятельности

ПК-14 Способен организовать проектный коллектив и работать в качестве члена и руководителя группы над междисциплинарным проектом в области исследования, разработки и производства, вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели

ПК-15 Способен методически обоснованно формировать планы лекций и практических занятий по учебным дисциплинам в области электроники и нанoeлектроники

#### **Характеристика образовательных модулей:**

- Материалы и приборы для нано- и оптоэлектроники
- Экспериментальные методы фотоники
- Технологические основы квантовых вычислений и квантовых коммуникаций (лабораторный практикум)
- Специальный практикум по технологическим основам создания наноструктур (лабораторный практикум)

## **Технологические основы квантовых вычислений и квантовых коммуникаций (23/24)**

**Вид:** Исследовательская

**Наставник:** [Гольцман Григорий Наумович](#)

**Язык реализации:** Русский и английский

**Применение электронного обучения и дистанционных технологий:** С применением

**Квалификация выпускника:** Магистр

#### **Ключевые образовательные результаты:**

КОР-1

Уметь: • ставить задачи математического моделирования физических явлений; • работать с математическими пакетами Mathcad, Matlab, Comsol; • программировать на языках систем Comsol, Mathcad и Matlab.

КОР-2

Владеет навыками проведения квантово-механических расчётов для моделирования новых материалов и

приборов наноэлектроники.

#### КОР-3

Владеть базовыми методами анализа колебательных систем; представлениями о возможных типах симметрии кристаллической решетки.

#### КОР-4

Уметь использовать справочные данные для анализа типа связи в конкретном кристалле; рассчитывать дифракционные картины в простейших случаях рентгеновского облучения кристаллов.

#### КОР-5

Владеет методикой анализа и использования приборов наноэлектроники и оптоэлектроники.

#### КОР-6

Знает: основные направления создания приборов и устройств фотоники на основе новых материалов; основные понятия квантовой механики; устройство и принцип работы различных оптических элементов, используемых для генерации, регистрации и преобразования излучения; теоретические основы нелинейной оптики, кристаллооптики, волоконной и интегральной оптики.

#### КОР-7

Знает основные понятия квантовой механики, устройство и принцип работы различных оптических элементов, используемых для генерации, регистрации и преобразования излучения, основные сведения об используемых протоколах и схемах квантовой криптографии.

#### КОР-8

Умеет делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента, использовать полученные знания для описания конкретных схем использования приборов квантовой фотоники, описывать основные квантовые системы.

#### **Характеристика профессиональной деятельности:**

ПК-1 Способен ставить научно-исследовательские задачи и выявлять научную проблематику в области электроники и наноэлектроники

ПК-2 Способен применять физико-математический аппарат для разработки методик и проведения теоретических и экспериментальных исследований изделий электронной техники, интерпретировать и представлять их результаты

ПК-3 Способен организовать и проводить экспериментальные исследования на основе информационно-измерительных комплексов с применением современных средств и методов

ПК-4 Способен разрабатывать математические модели и исследовать процессы и изделия электронной техники, разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач

ПК-5 Способен ставить и решать с использованием физико-математических методов задачи инженерного анализа для создания изделий электронной техники

ПК-6 Способен на основе системного подхода разрабатывать изделия электронной техники на стадиях инженерного проектирования с учетом экономических и экологических требований и требований безопасности жизнедеятельности

ПК-7 Способен проектировать и конструировать электронные компоненты и средства, приборы, устройства и оборудование различного назначения с применением современных компьютерных и информационных технологий

ПК-8 Способен разрабатывать проектно-конструкторскую, технологическую и техническую документацию на изделия электронной техники в соответствии с методическими и нормативными требованиями

ПК-9 Способен проектировать удовлетворяющие требованиям технологичности, здоровья и безопасности технологические процессы производства новых материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства

ПК-10 Способен осуществить авторское сопровождение, диагностику и контроль материалов и изделий электронной техники на производственном и эксплуатационном этапах

ПК-11 Способен к поиску и синтезу новых конкурентоспособных технических решений изделий электронной

техники и технологий их производства для достижения лидирующих позиций на рынке

ПК-12 Способен обосновывать, планировать и организовывать реализацию технико-технологических новшеств в электронике и наноэлектронике на этапах инновационной деятельности

ПК-13 Способен осуществлять обоснование инновационного проекта, защищать права на полученные объекты интеллектуальной собственности и презентовать результаты инновационной инженерной деятельности

ПК-14 Способен организовать проектный коллектив и работать в качестве члена и руководителя группы над междисциплинарным проектом в области исследования, разработки и производства, вырабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели

ПК-15 Способен методически обоснованно формировать планы лекций и практических занятий по учебным дисциплинам в области электроники и наноэлектроники

#### **Характеристика образовательных модулей:**

##### **КЛЮЧЕВЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ**

- Материалы и приборы для нано- и оптоэлектроники
- Экспериментальные методы фотоники
- Технологические основы квантовых вычислений и квантовых коммуникаций (лабораторный практикум)
- Специальный практикум по технологическим основам создания наноструктур (лабораторный практикум)

## **2022/2023 УЧЕБНЫЙ ГОД**

# **Инжиниринг в электронике, микро- и наноэлектронике**

**Вид:** Прикладная

**Наставник:** [Петросянц Константин Орестович](#)

**Язык реализации:** Русский и английский

**Применение электронного обучения и дистанционных технологий:** С применением

**Квалификация выпускника:** Магистр

# **Квантовая наноэлектроника и материалы**

**Вид:** Прикладная

**Наставник:** [Арутюнов Константин Юрьевич](#)

**Язык реализации:** Русский и английский

**Применение электронного обучения и дистанционных технологий:** С применением

**Квалификация выпускника:** Магистр

# **Технологические основы квантовых вычислений и квантовых коммуникаций**

**Вид:** Прикладная

**Наставник:** [Гольцман Григорий Наумович](#)

**Язык реализации:** Русский и английский

Применение электронного обучения и дистанционных технологий: С применением

Квалификация выпускника: Магистр

2021/2022 УЧЕБНЫЙ ГОД

## Вычислительные методы в сверхпроводящей электронике и энергетике (общая)

---

Наставник: [Каган Максим Юрьевич](#)

## Вычислительные методы в сверхпроводящей электронике и энергетике (прикладная)

---

Вид: Прикладная

Наставник: [Каган Максим Юрьевич](#)

Язык реализации: Русский и английский

Применение электронного обучения и дистанционных технологий: С применением

Квалификация выпускника: Магистр

## Инжиниринг в электронике, микро- и наноэлектронике

---

Вид: Прикладная

Наставник: [Петросянц Константин Орестович](#)

Язык реализации: Русский и английский

Применение электронного обучения и дистанционных технологий: С применением

Квалификация выпускника: Магистр

## Квантовая наноэлектроника (исследовательская)

---

Вид: Исследовательская

Наставник: [Арутюнов Константин Юрьевич](#)

Язык реализации: Русский и английский

Применение электронного обучения и дистанционных технологий: С применением

Квалификация выпускника: Магистр

## Квантовая наноэлектроника (прикладная)

---

Вид: Прикладная

Наставник: [Арутюнов Константин Юрьевич](#)

Язык реализации: Русский и английский

Применение электронного обучения и дистанционных технологий: С применением

**Квалификация выпускника:** Магистр

## **Технологические основы квантовых вычислений и квантовых коммуникаций**

---

**Вид:** Прикладная

**Наставник:** [Гольцман Григорий Наумович](#)

**Язык реализации:** Русский и английский

**Применение электронного обучения и дистанционных технологий:** С применением

**Квалификация выпускника:** Магистр

### **Конкурентные преимущества программы**

— Программа ориентирована на растущие потребности в исследователях в области нанoeлектроники, макроскопических и мезоскопических квантовых систем и технологий, имеющих существенные перспективы в прорывном развитии современной электроники и нанoeлектроники.

— В МИЭМ НИУ ВШЭ имеется отличный научный задел в теоретической и экспериментальной физике твёрдого тела, нанoeлектронике, в создании и исследовании новых материалов и приборов для электронной и космической промышленности, а также гражданской ядерной энергетики и современных средств связи.

— Серьёзным конкурентным преимуществом программы «Нанoeлектроника и квантовые технологии» является тесная связь исследовательской работы преподавательского состава программы с ведущими академическими институтами РАН (ИФП РАН им. П.Л. Капицы, ИТФ РАН им. Л.Д. Ландау, ФИАН им. П.Н. Лебедева, ИОФАН им. А.М. Прохорова, ИФТТ РАН, ИМЕТ РАН им. А.А. Байкова и др.), с ведущими национальными центрами РФ (НИЦ Курчатовский институт, ОИЯИ (Дубна)), а также с ведущими зарубежными университетами и научными центрами в области нанотехнологий и нанoeлектроники, что позволит магистрантам во время учёбы проходить стажировки не только в ведущих научных центрах России, но и в зарубежных лабораториях и университетских центрах, включая Венский политехнический университет, Университет Твенте, Стокгольмский университет, Чешский политехнический университет и др.

— В программе широко используются методы математического моделирования и САПР в сочетании с методами измерения и исследования характеристик полупроводниковых приборов и схем с помощью современных измерительных устройств и систем, что отвечает передовому мировому уровню подготовки специалистов в области микро- и нанoeлектроники, а также связанных с ними смежных областей. Принципы работы, характеристики и особенности практического применения приборов, схем и систем рассматриваются с учетом реальных условий эксплуатации при воздействии факторов температуры, радиации, электромагнитного излучения и механических нагрузок.

### **Характеристика профессиональной деятельности и перечень профессиональных компетенций выпускника**

Область профессиональной деятельности магистров включает: совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, направленной на теоретическое и экспериментальное исследование, математическое и компьютерное моделирование, проектирование, конструирование, технологию производства и применение электронных средств и квантовых технологий в электронной, космической, оборонной, измерительной и биомедицинской технике.

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа магистратуры.

#### **Научно-исследовательская деятельность:**

- готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-1);
- способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию (ПК-2);
- готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени (ПК-3);
- способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-4);
- 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);

#### **Проектно-конструкторская деятельность:**

- способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-6);
- готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ (ПК-7);
- способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-8);
- способность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-9);

#### **Проектно-технологическая деятельность:**

- способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники (ПК-10);
- способность проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (ПК-11);
- способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники (ПК-12);
- готовность обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов (ПК-13);
- готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства (ПК-14);

#### **Организационно-управленческая деятельность:**

— способность организовывать работу коллективов исполнителей (ПК-15);

— готовность участвовать в поддержании единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции (ПК-16);

## Характеристики образовательных модулей программы

Структура ОП магистратуры включает в себя следующие образовательные модули:

1. Модуль ключевых семинаров (Ключевой семинар) предназначен для проектирования персональных образовательных результатов и координации учебной деятельности по освоению ОП в соответствии с ИУП студентов, объединенных одним семинаром.
2. Практический модуль (Практика) формирует компетенции студента, позволяющие решать практические задачи выбранной профессиональной деятельности, включая проектную, научно-исследовательскую, экспертно-аналитическую.
3. Профессиональный модуль (Major) предоставляет возможность освоить профессиональные компетенции, необходимые для достижения персональных образовательных результатов студентов.
4. Дополнительный модуль (МагоЛего) даёт студенту возможность получить дополнительные компетенции, позволяющие персонализировать ИУП по запросу студента.
5. Модуль государственной итоговой аттестации (ГИА) позволяет установить уровень результатов освоения студентом ОП.

## Адаптация программы для обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Образовательная программа высшего образования НИУ ВШЭ адаптирована для обучения на ней инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. В учебном процессе используются специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. Особенности адаптации программ учебных дисциплин содержатся в полной версии каждой программы учебной дисциплины и доступны студентам через электронную образовательную среду.

## Комплект документов образовательной программы

Все документы образовательной программы хранятся в электронном виде на настоящем сайте образовательной программы. Учебные планы, календарные учебные графики, программы учебных дисциплин разрабатываются и проходят электронные процедуры утверждения в корпоративных информационных системах. Их актуальные версии автоматически публикуются на сайте ОП. Методические материалы, оценочные средства и иные материалы образовательной программы в актуальном виде хранятся на сайте образовательной программы в соответствии с локальными нормативными актами университета.

Подтверждаю актуальность комплекта документов образовательной программы, размещенных на настоящем сайте образовательной программы.

Проректор С.Ю. Рощин

[Паспорт образовательной программы «Прикладная электроника и фотоника»](#)

