# Концепция магистерской программы "Прикладная физика"

**Общая характеристика**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (далее – НИУ ВШЭ) имеет Лицензию Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки на право ведения образовательной деятельности № 0329  от 05 сентября 2012 года.

Программа разработана в соответствии с «Положением о магистерской подготовке (магистратуре) в системе многоуровневого высшего образования Российской Федерации» и «Образовательным стандартом Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», утвержденным ученым советом НИУ ВШЭ (Протокол от 25.10.2013 г.). Направление подготовки 210100.68  «Электроника и наноэлектроника».

Магистратура по направлению 210100.68 «Электроника и наноэлектроника» предполагает:

* очную форму обучения, с отрывом или с частичным отрывом от работы, как на бюджетной, так и на платной основе;
* преподавание дисциплин практико-ориентированной магистерской программы ведется на русском языке.

Магистрантам, прошедшим итоговую государственную аттестацию и успешно защитившим магистерскую диссертацию, присваивается квалификация (степень) «Магистр» и выдается диплом государственного образца о высшем образовании по направлению подготовки 210100.68 «Электроника и наноэлектроника».

**Актуальность, цели и задачи магистерской программы**

**Актуальность**. В настоящее время бурно развивается индустрия приборов на новых физических принципах, таких, например, как квантовые эффекты. Переход к наноразмерным электронным приборам обуславливает необходимость знания и применения этих физических принципов, и поэтому в создании таких приборов кроме традиционных технологов, схемотехников и материаловедов обязательно участие физиков-прикладников. По указанной причине появление в направлении подготовки 210100.68 «Электроника и наноэлектроника» магистерской программы «Прикладная физика» представляется чрезвычайно актуальным.

**Целью** настоящей магистерской программы является организация исследовательского и образовательного процессов в области естественных и технических наук, подготовка кадров высококвалифицированных специалистов для национальной инновационной экономики, обеспечивающих ее модернизацию и повышение конкурентоспособности, с осуществлением научно-исследовательской, проектно-конструкторской, проектно-технологической, организационно-управленческой  и  научно-педагогической деятельности в области исследования, моделирования, проектирования, разработки и практического применения полупроводниковых приборов, микросхем, радиоэлектронных средств космических аппаратов и  электронных технологий, в том числе для радиационного материаловедения и космических исследований, как двух наиболее важных отраслей науки и техники, где сохраняется приоритет российских ученых.

Магистерская программа направлена на решение конкретной проблемы, связанной с практическим отсутствием в стране высококвалифицированных специалистов, компетентных в области физических явлений, лежащих в основе создания приборов электроники и наноэлектроники нового типа, и способных к проведению фундаментальных и прикладных научных исследований на современном мировом уровне с привлечением ведущих ученых страны.

**Стратегическими задачами** магистерской программы в соответствии со стратегией и философией НИУ ВШЭ являются:

1. Подготовка высококвалифицированных специалистов, компетентных в области физических явлений, лежащих в основе создания приборов электроники и наноэлектроники нового типа;
2. Проведение фундаментальных и прикладных научных исследований на современном мировом уровне с привлечением ведущих ученых страны.
3. Использование в проведении данной программы ведущих ученых страны, работающих в стенах НИУ ВШЭ и обладающих высокой публикационной активностью в научно значимых изданиях мирового уровня (средний индекс Хирша не ниже значения 12).

Технологическая модернизация, повышение инновационной активности, разработка и внедрение новых технических средств и передовых современных технологий в оборонной, космической и атомной промышленности, проводимые в настоящее время для укрепления национальной безопасности страны, неразрывно связаны с развитием электронной и радиоэлектронной промышленности, уровень которой во многом определяет экономическую, технологическую, информационную безопасность и оборонную достаточность России.

Электронная и радиоэлектронная промышленность обеспечивает реализацию  приоритетных направлений науки и техники, разработку и внедрение ряда критических технологий, определенных Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. N 899, «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года», государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности», ФЦП «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники на 2008-2015 годы», ФЦП «Развитие оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации на 2011-2020 годы» с подпрограммой «Создание электронной компонентной базы для систем, комплексов и образцов вооружения, военной и специальной техники», отвечает за развитие космических систем и аппаратов, создание современной электронной компонентной базы и радиоэлектронных средств, информационно-телекоммуникационных систем, биомедицины, интеллектуальных систем навигации и управления и т.д.

Успешное выполнение широкомасштабных планов по развитию электронной отрасли не представляется возможным без развития подготовки высококвалифицированных специалистов, имеющих наряду с глубокими фундаментальными знаниями практические умения, способных осуществлять исследования и разработки в области наукоемких технологий и внедрять их результаты в производство, владеющих, кроме инженерных знаний, знаниями в области экономики, менеджмента, иностранных языков и использующих достижения в сфере информационных технологий.

На предприятиях гражданского профиля и ВПК наблюдается острая нехватка инженерных кадров данного профиля. Сочетание глубокой теоретической подготовки и необходимых практических навыков исследования, и проектирования с помощью современных средств САПР и измерительной техники обеспечивают высокую востребованность и конкурентоспособность на рынке труда и создают условия для быстрого профессионального роста.

Магистерская программа соответствует приоритетным направлениям модернизации и технологического развития Российской экономики.

Выпускники магистратуры данного направления подготовки получают необходимую подготовку для профессиональной деятельности в академических и отраслевых научно-исследовательских и конструкторских организациях, и на предприятиях радиоэлектронной, авиационно-космической, атомной промышленности, а также на предприятиях смежных отраслей в качестве специалистов-исследователей, дизайнеров и разработчиков полупроводниковых  приборов, микросхем, радиоэлектронных блоков и систем различного назначения, включая системы, работающие в экстремальных условиях.

**Потенциальными работодателями** магистров по программе «Прикладная физика»,  помимо базовых организаций в области микро- и наноэлектроники, являются научно-исследовательские и конструкторские организации оборонной, авиакосмической, радиоэлектронной и атомной промышленности, в частности, МРТИ РАН,  Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН, Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН,  Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, РКК «Энергия», НПО им. С.А. Лавочкина,  ФГУП НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха, ОАО «МКБ «Компас», ИМЦ концерна «Вега», ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга, ОАО «МНИРТИ», ФГУП «НПП Пульсар», ФГУП “Прогресс”, National Instruments (Россия),  ЗАО «Интел А/О», ООО «Фрискейл Семикондактор»  и др.

**Требования к уровню подготовки** (профессиональным компетенциям) студентов, успешно освоивших магистерскую программу «Прикладная физика»

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

**Объектами профессиональной деятельности** магистров по программе «Прикладная физика» являются:

* материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки;
* физические процессы и явления, определяющие создание, функционирование, эффективность и технологию производства электроники и наноэлектроники нового поколения;
* методы их исследования, проектирования и конструирования; технологические процессы и оборудование;
* математические модели, алгоритмы решения задач;
* современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и технологий.

При этом упор делается на физические и физико-технологические приборы, системы и комплексы различного назначения, а также способы и методы их исследования, разработки, изготовления и применения. Конкретно, при использовании научного  и технологического потенциала базовой кафедры квантовой оптики и телекоммуникаций МИЭМ НИУ ВШЭ и ЗАО «Сконтел» магистрантами программы будут изучаться: оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниковых гетероструктурах; процессы энергетической релаксации носителей заряда в коротко-канальных гетероструктурах AlGaAs/GaAs; фотопроводимость квазиметаллических углеродных нанотрубок в терагерцовом частотном диапазоне; методы изготовления оптических микросхем, содержащих все необходимые оптические элементы (волноводы, делители лучей, зеркала, циркуляторы, фазовые и амплитудные модуляторы, источники и приёмники, однофотонные источники и приёмники, пригодные для использования в интегральных оптических микросхемах); методы разработки, создания и эксплуатации оборудования и линий квантовой криптографии; методы экспериментальной радиофизики, сверхпроводниковой электроники, технологии проектирования и производства микро и наноэлектронных приборов; основы терагерцовой радиоастрономии, систем мониторинга атмосферы; методы исследования с высоким временным разрешением характеристик излучения однофотонных источников.

**Область профессиональной деятельности**:

* научно-исследовательская;
* производственно-технологическая;
* проектно-конструкторская;
* организационно-управленческая;
* научно-педагогическая;
* научно-инновационная.

**Задачи профессиональной деятельности**:

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ:

* изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта;
* анализ поставленной задачи исследований в области прикладной физики на основе подбора и изучения литературных и патентных источников;
* построение математических моделей для анализа свойств объектов исследования и выбор инструментальных и программных средств их реализации;
* создание или модернизация существующей экспериментальной установки под задачу исследований;
* создание специфических образцов для исследований, освоение соответствующих технологических процессов;
* проведение измерений и исследований подготовленных объектов с выбором технических средств измерений и обработки результатов;
* составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов, подготовка данных для составления отчетов, обзоров и другой технической документации;
* оформление отчетов, статей, рефератов на базе современных средств редактирования и печати;
* подготовка презентаций, выступления на научных семинарах и конференциях;
* осуществление наладки, настройки и опытной проверки отдельных видов сложных физико-технических устройств и систем;

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ:

* проведение теоретических и экспериментальных исследований по анализу характеристик конкретных физико-технических объектов с целью оптимизации режимов соответствующих этапов технологических процессов;
* внедрение новых и усовершенствованных технологических процессов наукоемкого производства, контроля качества материалов, элементов и узлов физико-технических устройств и систем различного назначения;
* участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства;
* организация метрологического обеспечения технологических процессов;
* контроль за соблюдением экологической безопасности на физико-технических объектах;

ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ:

* разработка технических заданий на конструирование отдельных узлов приспособлений, оснастки и специального инструментария, предусмотренных технологией;
* разработка функциональных и структурных схем на уровне узлов и элементов экспериментальных установок и систем по заданным техническим требованиям;
* проектирование приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровне с использованием стандартных средств компьютерного проектирования и предварительным технико-экономическим обоснованием конструкций;
* оценка технологичности простых и средней сложности конструкторских решений, разработка типовых процессов контроля деталей и узлов;
* составление отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы, включая технические условия, описания, инструкции и другие документы;
* проведение технико-экономического обоснования проектных расчетов;

ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ:

* организация работы, направленной на формирование творческого характера деятельности производственных коллективов;
* разработка планов на отдельные виды работ и контроль их выполнения, включая обеспечение соответствующих служб необходимой технической документацией, материалами, оборудованием;
* нахождение оптимальных решений при создании отдельных видов продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности; установление порядка выполнения работ и организация маршрутов технологического прохождения элементов и узлов приборов и систем при их изготовлении;
* осуществление технического контроля производства изделий и участие в управлении их качеством;
* планирование работы персонала и фондов заработной оплаты труда;

НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ:

* инструктаж и обучение младшего технического персонала применению современных наукоемких устройств и процессов технической физики;
* участие в довузовской подготовке и профориентационной работе, направленной на привлечение наиболее подготовленных выпускников общеобразовательных учреждений к получению высшего образования в области технической физики;

НАУЧНО-ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ:

* внедрение результатов исследований и проектно-конструкторских разработок;
* оценка инновационного потенциала новой продукции в избранной области технической физики.
* освоение существующего или создание нового рынка инновационной продукции;
* взаимодействие с отечественными и зарубежными заказчиками, получение заказов,  сдача продукции и обучение персонала заказчика работе с высокотехнологичной продукцией.

**Целевая аудитория магистерской программы,  критерии набора студентов**

Порядок и содержание конкурсного отбора для обучения в магистерской программе «Прикладная физика» определяется с учетом настоящей Концепции в соответствии с Положением НИУ ВШЭ о порядке приема для обучения по программам магистратуры.

Для поступления в магистратуру необходимо портфолио, включающее:

* Диплом специалиста/бакалавра/магистра.
* Сертификаты, подтверждающие уровень знания иностранного языка.
* Дипломы, полученные на конкурсах студенческих работ, исследовательских проектов, олимпиад.
* Научные публикации, в том числе, тезисы докладов на научных конференциях.
* Рекомендации и направления с места работы.

Помимо выпускников бакалавриата направления «Электроника и наноэлектроника», обучение в  магистратуре  могут продолжить выпускники других вузов, получившие образование по направлениям/специальностям «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», «Конструирование и технология электронных средств» и др. Реализация предлагаемой магистерской программы позволит студентам получить знания и навыки, необходимые для профессиональной деятельности в областях: исследования сверхпроводниковых и полупроводниковых наноструктур, разработки методов создания сверхпроводящих нанодетекторов на эффекте электронного разогрева для детекторных и гетеродинных приёмных систем терагерцового диапазона, создания методов формирования теплового изображения объекта в терагерцовом диапазоне, терагерцовой высокогорной и космической радиоастрономиии, квантовой оптики и разработки и использования устройств передачи, приёма и обработки квантовой информации, а также вычислительной физики для электроники и параллельных вычислений на суперкомпьютерах. Эти профили подготовки наиболее полно отвечают потребностям потребителей. Реализация данной программы возможна, в том числе, благодаря переходу в МИЭМ НИУ ВШЭ группы высококвалифицированных преподавателей, имеющих научно-значимые результаты, разработанные курсы, методические материалы, самостоятельные исследовательские проекты и опыт преподавания в магистратуре.

Для абитуриентов, имеющих непрофильное высшее образование, будут предложены адаптационные курсы:

1. Специальные главы материаловедения твердотельной электроники;

2. Физика кристаллов.

Данная схема адаптации позволит бакалаврам, прошедшим подготовку по отраслевым профилям направления подготовки 210000.68 «Электроника и наноэлектроника», успешно освоить дисциплины данной магистерской программы.

Международный и отечественный опыт в избранной сфере, особенности проекта в свете этого опыта

Сегодня подготовку по направлению, близкому к «Прикладной физике» для «Электроники и наноэлектроники» в московском регионе ведут всего два высших учебных заведения:

* Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана.
* Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского.

План приема на первый курс в МГТУ им Н.Э. Баумана по направлению «Техническая физика» составляет 40 чел.

Для подготовки в МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению «Техническая физика» характерен акцент на подготовку специалистов в области физики высокотемпературных процессов и теории горения и взрыва.

МГУТУ им. К.Г. Разумовского в качестве конкурента рассматриваться не может, поскольку в 2012 году прием на очную форму обучения не осуществлял, а в 2011 году план приема составлял 6 чел., а проходной балл по трем экзаменам ЕГЭ составил 139.

Таким образом, можно считать, что МГТУ им. Н.Э. Баумана не может в одиночку обеспечить потребности всего спектра институтов РАН, профильных предприятий и компаний, расположенных в московском и других регионах, в подготовке магистров по направлению «Электроника и наноэлектроника» с профилем  «Прикладная физика», и по этой причине создание магистерской программы  по прикладной физике в рамках указанного направления в МИЭМ НИУ ВШЭ является своевременным.

**Стратегические партнеры и технологические площадки**

Стратегическими партнерами и технологическими площадками магистерской программы «Прикладная физика» для магистрантов, специализирующихся в области изучения физических процессов при создании микроэлектроники и наноэлектроники на квантовых эффектах будет ряд академических и отраслевых институтов:

* Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН;
* Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН;
* Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН;
* ОАО «Концерн «Вега» (лидер военной электроники);
* ОАО «МНИРТИ»;
* ОАО «Сконтелл».

Стратегическими партнерами и технологическими площадками магистерской программы «Прикладная физика» для магистрантов, специализирующихся в области физических процессов при создании космической электроники, будут ведущие предприятия РАН и Роскосмоса:

* МРТИ РАН,
* ФИАН,
* ГКНПЦ им. М.В. Хруничева,
* Ракетно-космическая корпорация «Энергия»,
* КБ ХИММАШ им. А.М Исаева,
* НПО им. С.А. Лавочкина;

Стратегическими партнерами и технологическими площадками магистерской программы «Прикладная физика» для магистрантов, специализирующихся в области вычислительной физики для электроники, будет ряд академических и отраслевых институтов:

* Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН;
* Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН.
* ОАО «МКБ «Компас».

Конкуренты и конкурентные стратегии

МИЭМ НИУ ВШЭ не может конкурировать сразу во всех разделах физики с МГУ, МФТИ и МИФИ. Но этого и не требуется. МИЭМ НИУ ВШЭ имеет свои научные, конкурентоспособные в мире школы, способные готовить кадры высшей квалификации в следующих областях:

* Радиационная физика материалов электронной техники;
* Микро- и наноэлектроника на квантовых эффектах (терагерцовые приемники, системы радиовидения в терагерцовом диапазоне, терагерцовая радиоастрономия, однофотонные технологии);
* Защита электронных средств космических аппаратов от электромагнитных воздействий естественного и техногенного происхождения.
* Вычислительная физика процессов микроэлектроники (параллельные вычисления на суперкомпьютере).

В Центральном федеральном округе сосредоточено до 80% научного потенциала страны и выполняется 25,5% инновационных разработок. Московский регион в составе Центрального федерального округа отличает высокая насыщенность крупнейшими предприятиями наукоемких высокотехнологичных отраслей промышленности и академическими институтами. Поэтому решающее значение в обеспечении научно-технического и кадрового потенциала региона и страны в целом, в реализации интенсивного инновационного развития экономики, основанной на знаниях, приобретает развитие системы высшего профессионального образования.

Соответственно, в регионе существует рынок специалистов, подготовку которых может осуществлять МИЭМ НИУ ВШЭ через магистерскую программу «Прикладная физика».

Результаты научной деятельности отделения будут востребованы не только в регионе и стране, но и за рубежом, а внедрение прикладных разработок может оказать существенное влияние на процессы модернизации соответствующих отраслей экономики страны.

Поэтому выпускники магистерской программы  должны быть конкурентоспособными как в проведении научных исследований, так и технических разработок в соответствующих отраслях.