

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ –
программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Физика и астрономия

(название программы)

03.06.01 «Физика и астрономия»

(направление подготовки)

«теоретическая физика», «физика низких температур», «физика
конденсированного состояния», «оптика», «астрофизика и звездная

астрономия»

(направленность программы)

Общая характеристика (концепция) программы

Направление подготовки	03.06.01 «Физика и астрономия»
Дата утверждения ООП	Приказ от 12.08.2015 № 6.18.1-01/1208-06
Образовательный стандарт НИУ ВШЭ, на основе которого реализуется ООП	03.06.01 «Физика и астрономия» утвержден ученым советом НИУ ВШЭ протокол от 28.11.2014 № 08
Объем программы	240 з.е.
Срок и форма обучения	4 года, очно
Язык обучения	Русский
Квалификация	Исследователь. Преподаватель-исследователь

1. Актуальность программы

Актуальность подготовки аспирантов по профилям «теоретическая физика», «физика низких температур», «физика конденсированного состояния», «оптика», «астрофизика и звездная астрономия» в НИУ ВШЭ определяется потребностью высшей школы и российской науки в исследователях, способных ставить и решать научные и научно-исследовательские задачи в данных областях.

Современная физика развивается в тесном взаимодействии экспериментальных и теоретических исследований. Это относится к самым разным ее областям от физики конденсированных сред до астрофизики и физики высоких энергий. *Теоретическая физика* – область физики, занимающаяся математической формулировкой закономерностей физических явлений, наблюдаемых экспериментально. Теоретическая физика является единой наукой, внутренние связи в которой устанавливаются путем аналитических вычислений или численных расчетов и сравнением с экспериментальными данными. Целью исследований в области теоретической физики является наиболее полное описание фундаментальных физических законов.

Предметом *физики конденсированного состояния* являются структурные, термодинамические, электронные, магнитные, магнито-транспортные, оптические и магнитооптические свойства конденсированных сред. Основное внимание в рамках ОП направлено на исследование фазовых превращений в твердых телах; синтез новых фаз и исследование их кристаллической и магнитной структур, физических и термодинамических свойств, жидких кристаллов, создание и исследование физических свойств низкоразмерных структур, перспективных для использования в наноэлектронике, спинтронике, магнитоэлектронике и оптоэлектронике и спиноптоэлектронике, в частности, полупроводниковых гетероструктур с квантовыми ямами и точками, микрорезонаторов, гетероструктур металл диэлектрик, слоистых сверхпроводников, джозефсоновских структур сверхпроводник-ферромагнетик-сверхпроводник (SFS-контакты), многослойных и многофазных магнитных структур и др. Эти исследования важны с фундаментальной и познавательной точки зрения, в них открываются экспериментально новые физические явления и формируются новые теоретические концепции.

Физика низких температур является областью науки о конденсированном состоянии вещества, ее предметом являются макроскопические квантовые явления, такие, как сверхтекучесть, сверхпроводимость, исследования необычных с классической точки зрения объектов, таких как квантовые кристаллы, квантовые магнетики, мезоскопические электронные системы. Эти исследования важны с фундаментальной и познавательной

точки зрения, в них открываются экспериментально новые аспекты квантового поведения макроскопических тел и формируются новые теоретические концепции.

Оптика является областью науки, описывающей свойства электромагнитного поля (фотонов) и его взаимодействия с материальными объектами - электронами, атомами, молекулами, конденсированными телами, плазмой. Ее предметом являются процессы излучения, распространения, поглощения и рассеяния фотонов в материальных средах. Изучение этих явлений дает важную информацию о макроскопических свойствах среды и ее микроскопической структуре. Применения оптических методов охватывают масштабы от наноструктур и биологических микрообъектов до видимой части Вселенной. Квантовые свойства света лежат в основе современных методов защищенной передачи информации. Оптические исследования важны как с фундаментальной и познавательной точки зрения, так и для открытия новых экспериментальных возможностей и практических приложений.

Астрофизика является областью науки, которая занимается изучением далеких астрономических объектов и явлений, ее предметом является изучение возникновения, строения и эволюции как отдельных классов объектов, так и Вселенной в целом. Особенно важными являются исследования таких астрофизических объектов, где реализуются условия и состояния вещества, которые невозможно воспроизвести в условиях лаборатории на Земле — предельно высокие плотности вещества и энергии, сильные магнитные и гравитационные поля, предельно большие наблюдаемые масштабы расстояний и т.п. Экспериментальные исследования таких объектов и явлений являются одним из основных источников для проверки моделей современной теоретической физики.

2. Цель и задачи программы

Целью ОП по профилю 01.04.02 «Теоретическая физика» является подготовка научных и научно-педагогических кадров современного уровня, исследователей, занимающихся современными вопросами в области теоретической физики, способных поддерживать научные контакты с другими учеными в своей конкретной области исследований — как с теоретиками, так и с экспериментаторами, а также с физиками-теоретиками других направлений.

Целью ОП по профилю 01.04.07 «Физика конденсированного состояния» является подготовка научных и научно-педагогических кадров современного уровня, владеющих сложной экспериментальной техникой, способных разрабатывать новые экспериментальные методики, владеющих основными концепциями современной физики конденсированного состояния. Программа предполагает также подготовку кадров, способных заниматься теоретическими проблемами современной физики.

Целью ОП по профилю 01.04.09 «Физика низких температур» является подготовка научных и научно-педагогических кадров современного уровня, владеющих сложной экспериментальной техникой, способных разрабатывать новые экспериментальные методики, владеющих основными концепциями современной физики конденсированного состояния. Программа предполагает также подготовку кадров, способных заниматься теоретическими проблемами современной физики.

Целью ОП по профилю 01.04.05 «Оптика» является подготовка научных и научно-педагогических кадров современного уровня, владеющих сложной экспериментальной техникой, способных разрабатывать новые экспериментальные методики, владеющих основными концепциями современной классической и квантовой оптики и нанофотоники. Программа предполагает также подготовку кадров, способных заниматься теоретическими

проблемами современной квантовой оптики и нанофотоники. Необходимость подготовки квалифицированных научно-педагогических кадров по специальности "оптика" обусловлена высокой потребностью вузов, исследовательских институтов и компаний, разрабатывающих и производящих инновационное оборудование.

Целью ОП по профилю 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия» является подготовка научных и научно-педагогических кадров современного уровня, владеющих сложной экспериментальной техникой, способных разрабатывать новые экспериментальные методики, владеющих основными концепциями современной астрофизики и космологии. Программа предполагает также подготовку кадров, способных заниматься теоретическими проблемами современной астрофизики.

Задачами образовательной программы подготовки аспирантов по профилям «теоретическая физика», «физика низких температур», «физика конденсированного состояния», «оптика», «астрофизика и звездная астрономия» являются:

- обеспечение образовательной программы учебными курсами, соответствующими специфике аспирантского уровня образования;
- создание условий для формирования и развития умений и навыков научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности аспирантов;
- формирование у аспирантов условий и мотивации для научно-исследовательской работы по теме диссертационного исследования;
- выработка навыков современной научной коммуникации, включая подготовку и написание научных статей по теме диссертационного исследования, навыков работы в современной научно-коммуникативной среде, направленных на публикацию результатов своих исследований в отечественных и зарубежных научных журналах высокого уровня, участие в научных конференциях и других формах научной коммуникации.
- создание условий для включения аспирантов в контекст современных исследований в рамках взаимодействия с признанными учеными и исследователями в их области знания – как отечественных, так и зарубежных;
- усвоение аспирантами норм научно-исследовательской этики.

3. Целевая аудитория программы

Целевая аудитория программы — выпускники магистратуры и специалитета ведущих российских ВУЗов профильных образовательных программ в области физики. Ожидается, что основной образовательный поток абитуриентов будет состоять из выпускников магистратуры НИУ ВШЭ, а также других ведущих российских научно-образовательных центров, в том числе МФТИ, МГУ и других ВУЗов.

На образовательную программу на конкурсной основе принимаются лица, имеющие высшее профессиональное образование, подтвержденное соответствующими квалификационными документами государственного образца — дипломом специалиста или дипломом магистра.

Величина предполагаемого потока абитуриентов – 6-8 человек в год.

4. Характеристика сегмента рынка образовательных услуг, основные конкуренты, сравнительные преимущества программы

Подготовка аспирантов по профилю 01.04.02 «Теоретическая физика» ведется в том числе в следующих учреждениях: Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН; ИТЭФ; подразделениях МФТИ и МГУ и др. Подготовка аспирантов по профилю 01.04.07 «Физика конденсированного состояния» ведется в том числе в подразделениях МФТИ и МГУ им.

М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургском Университете, ФТИ им А.Ф. Иоффе и ряде других ведущих университетов и институтов РАН. Подготовка аспирантов по профилям 01.04.09 «Физика низких температур», 01.04.05 «Оптика» и 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия» ведется в том числе в подразделениях МФТИ и МГУ.

Особенностью настоящей ОП в НИУ ВШЭ является значительный опыт научной работы на мировом уровне в области современной теоретической физики у преподавательского корпуса, а также опыт преподавания соответствующих учебных дисциплин, подготовки молодых учёных, активно вовлечённых в современные исследования. Высококвалифицированные специалисты, участвующие в реализации ОП, имеют опыт работы во всех областях исследований по специальностям «теоретическая физика», «физика низких температур», «физика конденсированного состояния», «оптика», «астрофизика и звездная астрономия», в т.ч. в современной теоретической физике конденсированного состояния, нелинейной динамики и теории турбулентности, теории мезоскопических систем и квантовой теории информации, теоретической астрофизике и космологии, теории фундаментальных взаимодействий и квантовой теории поля; в современной физике низких температур, в т.ч. сверхпроводимости, сверхтекучести, технике низких температур, в области низкотемпературного магнетизма, теоретической физике низких температур и др.; в области физики конденсированного состояния – сверхпроводимости, магнетизма, экситонной физики в полупроводниках и полупроводниковых наноструктурах, фазовых превращений в твердых телах, теоретической физики и др; в различных областях оптических исследований – спектроскопии атомов, молекул, плазмы и конденсированных сред, классической и квантовой оптики и нанофотоники, лазерной спектроскопии, теоретической физики оптических явлений и др.; в различных областях астрофизических исследований — рентгеновской и оптической астрономии, астрофизике высоких энергий, наблюдательной космологии, теоретической астрофизики.

Открытие аспирантского уровня подготовки по профилям «теоретическая физика», «физика низких температур», «физика конденсированного состояния», «оптика», «астрофизика и звездная астрономия» позволяет воспользоваться преимуществом, связанным с развитием в НИУ ВШЭ исследований и образовательных программ в области современной физики. ОП по профилям «теоретическая физика», «физика низких температур», «физика конденсированного состояния», «оптика», «астрофизика и звездная астрономия» в НИУ ВШЭ активно использует предыдущий опыт (и в значительной мере кадровый состав) существовавших ранее аспирантских программ в Институте теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН и МФТИ, а также аспирантских программ институтов РАН.

5. Кадровое обеспечение программы

Реализация ОП обеспечивается научными сотрудниками и преподавателями и административными работниками НИУ ВШЭ, а также лицами, привлекаемыми к реализации ОП на условиях гражданско-правового договора.

Реализация ОП обеспечивается научными сотрудниками и преподавателями, имеющими ученую степень доктора наук и/или кандидата наук и занимающимися научной деятельностью. К реализации дисциплины (модуля) «Иностранный язык» базовой части программы аспирантуры допускаются преподаватели иностранного языка, не имеющие ученой степени.

Преподаватели дисциплин в рамках ОП являются активно работающими учеными, виднейшими специалистами в своих профессиональных сферах, активными участниками

международных научных конференций и семинаров, с регулярными высокоцитируемыми публикациями своих результатов в ведущих российских и международных изданиях.

Научный руководитель, назначенный обучающемуся по ОП, должен иметь ученую степень доктора наук и/или кандидата наук, осуществлять самостоятельную научно-исследовательскую, творческую деятельность (участвовать в осуществлении такой деятельности) по направлению подготовки, иметь публикации по результатам указанной научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществлять апробацию результатов указанной научно-исследовательской деятельности на национальных и международных конференциях.

6. «Портрет выпускника» программы. Рынок труда для выпускника программы.

Выпускник образовательной программы по профилю 01.04.02 «Теоретическая физика» должен в первую очередь обладать навыками современного исследователя в области теоретической физики, а также умениями преподавателя-исследователя. Выпускники программы должны соответствовать самым высоким профессиональным требованиям, предъявляемым ведущими отечественными и зарубежными научно-образовательными центрами. Он должен иметь широкий профессиональный кругозор и владеть методологическими подходами в пределах данной дисциплины, обладать достаточными умениями для участия в научно-исследовательских проектах.

Выпускник образовательной программы по профилю 01.04.07 «Физика конденсированного состояния» должен в первую очередь обладать навыками современного исследователя в области экспериментальной и теоретической физики конденсированного состояния, а также умениями преподавателя-исследователя. Он должен иметь широкий профессиональный кругозор и владеть методологическими подходами в своей научной области, обладать достаточными умениями для участия в научно-исследовательских проектах, как индивидуальных, так и групповых.

Выпускник образовательной программы по профилю 01.04.09 «Физика низких температур» должен в первую очередь обладать навыками современного исследователя в области экспериментальной и теоретической физики, а также умениями преподавателя-исследователя. Выпускники программы должны соответствовать профессиональным требованиям, принятым в ведущих исследовательских центрах и образовательных учреждениях. Он должен иметь широкий профессиональный кругозор и владеть методологическими подходами в пределах данной дисциплины, обладать достаточными умениями для участия в научно-исследовательских проектах, как индивидуальных, так и групповых.

Выпускник образовательной программы по профилю 01.04.05 должен обладать следующими навыками: способность выполнять теоретические и экспериментальные исследования в области оптики и спектроскопии атомов, молекул, конденсированных сред и плазмы с углубленной профессиональной компетенцией по одному или нескольким нижеследующим научным специализациям: теоретические и экспериментальные исследования в области оптического излучения и диагностики плазмы; теоретические и экспериментальные оптические исследования структуры излучательных центров в конденсированных средах; теоретические и экспериментальные исследования в области физических процессов при взаимодействии лазерного излучения с квантовыми системами и нанопластики с учетом квантовых эффектов; теоретические и экспериментальные

исследования в области физических процессов при создании спектральных приборов для анализа спектров молекулярных комплексов (в том числе, в космической среде); способность применять в теоретических и экспериментальных исследованиях современные методы вычислительной физики; способность к созданию новых спектральных приборов, а также приборов нанофотоники и опто-нанoeлектроники, основанных на новых физических принципах, включая квантовые эффекты; способность к использованию и внедрению результатов научно-исследовательской деятельности в производство на предприятиях соответствующего профиля и в учебный процесс.

Выпускник образовательной программы по профилю 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия» должен в первую очередь обладать навыками современного исследователя в области экспериментальной, теоретической физики и астрофизики, а также умениями преподавателя-исследователя. Он должен иметь широкий профессиональный кругозор и владеть методологическими подходами в пределах данной дисциплины, обладать достаточными умениями для участия в научно-исследовательских проектах, как индивидуальных, так и групповых.

Выпускник аспирантуры должен соответствовать требованиям, которые современные академические учреждения предъявляют к исследовательскому персоналу, профессионально ориентироваться в современном состоянии исследований в своей и смежных областях исследований. Выпускник аспирантуры по завершении данной образовательной программы защищает диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

В качестве главных работодателей для выпускников данной образовательной программы выступают отечественные и зарубежные научно-образовательные центры, в том числе университеты, научно-исследовательские академические учреждения, исследовательские центры высших учебных заведений, которым требуются высококвалифицированные исследователи и преподаватели.