



**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»**

**Общая характеристика (концепция) образовательной программы
подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

«Физика и астрономия»

по научным специальностям:

1.3.1. Физика космоса, астрономия

1.3.3. Теоретическая физика

1.3.6. Оптика

1.3.8. Физика конденсированного состояния

1.3.10. Физика низких температур

Москва, 2022

Общая характеристика (концепция) программы

| | |
|---|--|
| Требования, на основе которых реализуется программа | «Требования к программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», (утверждены ученым советом НИУ ВШЭ 17.12.2021, протокол № 14) |
| Реквизиты и дата утверждения программы | Утверждена ученым советом 28.01.2022, протокол № |
| Научные специальности программы | 1.3.1. Физика космоса, астрономия 1.3.3. Теоретическая физика 1.3.6. Оптика 1.3.8. Физика конденсированного состояния 1.3.10. Физика низких температур |
| Срок и форма обучения | 4 года, очно |
| Язык обучения | Русский |
| Сетевая форма реализации | Нет |
| Программа с расширенной образовательной компонентой | Нет |
| Направленность (профиль) программы аспирантуры (адъюнктуры) | <i>нет</i> |
| Профильный диссертационный совет НИУ ВШЭ | <i>Диссертационный совет ВШЭ по Физике</i> |
| Аспирантская школа | <i>АШ по Физике</i> |

Результаты обучения по программе

| Компонент | Полученные образовательные результаты |
|---------------------------|--|
| Образовательный компонент | ОР – 1. Сданный кандидатский экзамен (экзамены) по научной специальности подготавливаемой диссертационной работы. |
| | ОР – 2. Освоенные дисциплины, предусмотренные учебным планом программы. Результаты обучения по дисциплинам устанавливаются программами дисциплин. |
| | ОР – 4. Доклад (ды) / участие с докладом (дами) на научной конференции/семинаре (в том числе на иностранном языке) по результатам проведенного научного исследования. |
| Научный компонент | <p>ОР – 3. «Research proposal», включающий обоснование выбора темы диссертации; обзор литературы по теме диссертации; развернутый план диссертационного исследования.</p> <p>ОР – 5. Подготовленные рукописи научных публикаций (в том числе на иностранном языке) для журналов и изданий, входящих в Web of Science, Scopus, MathSciNet / для изданий, входящих в список журналов высокого уровня, подготовленный в НИУ ВШЭ / для сборников материалов конференций уровня В, А или А* по CORE в соответствии с требованиями, установленными профильным диссертационным советом НИУ ВШЭ.</p> <p>ОР – 7. Наличие опубликованных (принятых в печать) статей в журналах и изданиях, входящих в Web of Science, Scopus, MathSciNet / в список журналов высокого уровня, подготовленный в НИУ ВШЭ / в сборники материалов конференций уровня В, А или А* по CORE в соответствии с требованиями, установленными профильным диссертационным советом НИУ ВШЭ.</p> <p>ОР – 8. Наличие текста отдельных разделов/глав диссертации (при подготовке диссертации в виде отдельной целостной работы).</p> <p>ОР – 9. Подготовленное введение и заключение к диссертации в соответствии с требованиями, установленными профильным диссертационным советом НИУ ВШЭ.</p> <p>ОР – 6. Подготовленное резюме диссертации, в том числе на английском языке.</p> <p>ОР - 10 Успешное обсуждение диссертации на соискание ученой степени кандидата наук с выдачей заключения НИУ ВШЭ как организации, на базе которой выполнялась диссертация</p> |

Общая характеристика программы

Особенностью настоящей образовательной программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре 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.

Актуальность, цели и задачи программы

Актуальность подготовки аспирантов по профилям «теоретическая физика», «физика низких температур», «физика конденсированного состояния», «оптика», «Физика космоса, 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 нанoeлектронике, 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.

Целью ОП по научной специальности 1.3.1. Физика космоса, 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.

Целью ОП по научной специальности 1.3.3. 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 научной специальности 1.3.6. 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 научной специальности 1.3.8. 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 научной специальности 1.3.10. 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.

Задачами образовательной программы подготовки аспирантов 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.

Целевая аудитория программы, критерии отбора на программу

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, подтверждённое соответствующими квалификационными документами государственного образца — дипломом специалиста или дипломом магистра.

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

Исследовательские приоритеты и профили программы

Исследовательские приоритеты образовательной программы выстраиваются в рамках и вокруг направлений, определенных Программой развития НИУ ВШЭ 2030 в сфере естественно-научных исследований. Ключевые исследовательские направления образовательной программы соответствуют заявленным научным специальностям. Важнейшим приоритетом образовательной программы является следование наивысшим мировым и российским стандартам, что обеспечивается

тесным сотрудничеством с базовыми кафедрами факультета физики НИУ ВШЭ в лидирующих институтах РАН: Физика космоса, астрономия (ИКИ РАН); Теоретическая физика (ИТФ РАН); Оптика (ИСАН); Физика конденсированного состояния (ИФТТ РАН); Физика низких температур (ИФП РАН)

Особенности научного компонента программы

Формальные требования к научной компоненте программы устанавливаются учебным планом и требованиями к аттестации аспирантов образовательной программы «Физика и Астрономия», размещенными на веб-странице образовательной программы в НИУ ВШЭ. Ключевыми неформальными особенностями программы являются приверженность передовым фундаментальным научным исследованиям, выполненным по самым высоким стандартам мировой и российской науки, свобода аспиранта/аспирантки в выборе пути решения поставленной перед ним/ней научной проблемы, нацеленность всего процесса обучения на главную цель – воспитание самостоятельного, инициативного, высококвалифицированного ученого-исследователя мирового уровня.

Особенности образовательного компонента программы

Образовательная программа рассчитана на высокий уровень предварительной подготовки аспиранта и максимальную вовлеченность в научную работу. По этой причине, в программе предусматривает минимальный предусмотренный законом набор обязательных к прохождению образовательных курсов. В обязательных дисциплинах программы относятся: Специальная дисциплина, «Иностранный (английский) язык для исследователей» и Аспирантский семинар. Семинар направлен на знакомство и расширение кругозора аспирантов в наиболее актуальных, передовых, научных исследованиях выбранного научного направления. В рамках семинара аспиранты активно взаимодействуют с ведущими российскими исследователями мирового уровня, лидерами своих направлений, активно участвующими в научной жизни НИУ ВШЭ и Институты РАН. Участие происходит как в формате активных слушателей, так и в формате докладчиков оригинальных исследований и рефератов актуальных работ. Научно-исследовательский семинар способствует формированию продвинутых научно-исследовательских компетенций,

воспитанию быстрого восприятия новой информации и культуры научной полемики.

Дисциплина по выбору представляет собой один из множества специальных научных курсов, читаемых на факультете Физики НИУ ВШЭ, а также на его базовых кафедрах в институтах РАН, в соответствии с предпочтениями аспиранта/аспирантки и его/ее научного руководителя и с целью наибольшей полезности для осуществляемого научного исследования.

Характеристика кадрового потенциала 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.

Адаптация программы для обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Образовательная программа 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.