

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем химической физики Российской академии наук  
(ИПХФ РАН)

Принято на заседании  
Ученого совета ИПХФ РАН  
(протокол № 5 от 26 июня 2017г.)  
Ученый секретарь



Утверждаю  
Директор ИПХФ РАН  
академик С.М. Алдошин



  
2017 г.

**Основная профессиональная образовательная программа  
по направлению подготовки кадров высшей квалификации –  
программы подготовки научно-педагогических кадров в  
аспирантуре**

Направление подготовки  
**03.06.01 – ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

Направленность (профиль) программы  
**Химическая физика, горение и взрыв,  
физика экстремальных состояний вещества**

Присваиваемая квалификация:  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения – очная  
Нормативный срок обучения – 4 года

Черноголовка,  
2017 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

№	Наименование разделов	стр.
1	Общие положения	2
1.1	Нормативные документы для разработки ОПОП ВО	2
1.2	Цели и задачи программы	3
2	Общая характеристика ОПОП ВО аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия	4
2.1	Область, объекты и виды профессиональной деятельности	4
2.2	Направленность образовательной программы	5
3.	Планируемые результаты освоения образовательной программы	5
4.	Структура программы аспирантуры	11
4.1	Требования к условиям реализации программы аспирантуры	13
5	Оценочные средства	21
5.1	Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся	21
5.2	Фонд оценочных средств для государственной итоговой аттестации	22
6	Условия реализации программы аспирантуры	23
6.1.	Кадровое обеспечение реализации ОПОП ВО	23
6.2.	Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение	24
7	Документы, подтверждающие освоение ОПОП ВО подготовки аспиранта	27
8	Требования к финансовому обеспечению программы	27
9	Приложения	

### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основная профессиональная образовательная программа высшего образования (ОПОП ВО) по подготовке научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 03.06.01 **Физика и астрономия**, профиль программы – **Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества**, представляет собой систему документов, разработанную и утвержденную в ИПХФ РАН на основе федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 – Физика и астрономия.

Настоящая ОПОП ВО по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре регламентирует цели, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки выпускника и включает в себя: учебный план, рабочие программы учебных дисциплин, программы педагогической и научно-исследовательской практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующих образовательных технологий.

#### 1.1 Нормативные документы для разработки ОПОП ВО

Настоящая ОПОП ВО по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия» разработана на основе следующих нормативных документов:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 19.11.2013 № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кад-

ров в аспирантуре (адъюнктуре)»;

– Приказ Министерства образования и науки № 867 от 30.07.2014 г. «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия. Приказ Министерства образования и науки № 464 от 30.04.2015г. «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации);

– Приказ Минобрнауки РФ от 12.01.2017 № 13 "Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре";

– Паспорта научных специальностей, разработанные экспертными советами Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. N 59 Номенклатуры специальностей научных работников (редакция от 11 ноября 2011 года);

- Приказ Минобрнауки России от 12 сентября 2013 г. № 1061 «Об утверждении перечней специальностей и направлений подготовки высшего образования»;

– Приказ Минобрнауки России «Об утверждении Положения о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования» от 27 ноября 2015 г. № 1383;

– Приказ Минобрнауки России «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), программам ординатуры, программам ассистентуры-стажировки» № 227 от 18 марта 2016 г.;

- Положение «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.

– Устав ИПХФ РАН;

- Локальные нормативные акты ИПХФ РАН.

## 1.2 Цели и задачи программы

ООП подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре имеет своей целью формирование у обучающихся универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, относящихся к видам профессиональной деятельности согласно ФГОС высшего образования по данному направлению подготовки.

Целью подготовки кадров высшей квалификации по направлению 03.06.01 Физика и астрономия по профилю Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества является готовность выпускников решать задачи в области своей профессиональной деятельности, включающей сферы науки, техники, технологии и педагогики, связанные с физическими объектами, явлениями и процессами, происходящими в микро- и макромире, физическими закономерностями, рассматриваемыми в основополагающих подразделах химической физики, таких как строение и электронная структура вещества, динамика атомов и молекул, основы химической кинетики, основы молекулярной спектроскопии, химическая физика горения и взрыва, физика экстремальных состояний вещества.

Основными задачами подготовки аспиранта являются:

- формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности;
- углубленное изучение теоретических и методологических основ в области химической физики;
- совершенствование философской подготовки, ориентированной на профессиональную деятельность;

- совершенствование знаний иностранного языка для использования в научной и профессиональной деятельности;
- формирование компетенций, необходимых для успешной научно-педагогической работы в данной отрасли науки.

## **2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОПОП ВО АСПИРАНТУРЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ**

### **2.1 . Область, объекты и виды профессиональной деятельности**

#### Область профессиональной деятельности:

*сферы науки, наукоемких технологий и физического образования, охватывающие совокупность задач теоретической и прикладной физики (в соответствии с направленностью подготовки), а также смежных естественнонаучных дисциплин.*

#### Объекты профессиональной деятельности :

*Процессы горения, детонации и взрыва; взаимодействие волн горения и взрывчатого превращения со средой, объектами и веществами; явления, порождаемые горением и взрывчатым превращением; управление процессами горения и взрывчатого превращения, фильтрационное горение.*

*Поведение вещества в экстремальных условиях при высоких давлениях и температурах, методы генерации экстремальных состояний вещества, методы измерений реологических, термодинамических, оптических и электрофизических свойств веществ, эволюция ударных волн и волн разрежения в реагирующих и релаксирующих средах, взаимодействие ударных волн с веществом, динамическое разрушение твердых тел, уравнений состояния вещества, фазовые превращения в ударных волнах, компьютерное моделирование свойств веществ в экстремальных условиях.*

*Атомно-молекулярная структура химических частиц и веществ, механизмы химического превращения, молекулярная, энергетическая, химическая и спиновая динамика элементарных процессов, физика и физические теории химических реакций и экспериментальные методы исследования химической структуры и динамики химических превращений.*

*Молекулярная динамика, межмолекулярные потенциалы и молекулярная организация веществ; компьютерная молекулярная динамика как метод диагностики структуры и динамики веществ; динамические теории в описании упругости, релаксации, пластической деформации, теплопроводности, реологии; динамика фазовых переходов.*

*Научные задачи междисциплинарного характера.*

#### Виды профессиональной деятельности:

*научно-исследовательская деятельность в области физики и смежных наук; преподавательская деятельность в области физики и смежных наук.*

Выпускник аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия является специалистом высшей квалификации и должен быть подготовлен

*к самостоятельной научно-исследовательской деятельности, требующей широкой фундаментальной подготовки по современным направлениям физики и химии, включающей решение следующих профессиональных задач:*

- обработка и систематизация научной информации по теме исследования на основе анализа литературных источников, постановка проблемы исследования;
- определение цели и задач исследования, подбор методик эксперимента;
- планирование и организация проведения экспериментальных исследований, а также интерпретация их результатов;
- анализ объектов исследования с помощью современных экспериментальных физических и физико-химических методов;
- подготовка научных отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных

исследований, планирование, организация и сопровождение внедрения полученных разработок;

- участие в работе научных симпозиумов, конференций и помощь в их организации;  
*к преподавательской деятельности по предмету «Физика»*, включающей решение следующих профессиональных задач:

- организация и проведение занятий разного типа (лекционных, семинарских, практических и др.) в учреждениях высшего образования;

- определение содержания, форм и технологий обучения в системе высшего и дополнительного профессионального образования;

- владение современными образовательными технологиями учебного процесса;

- системное конструирование учебного материала, проектирование учебных занятий, организация коммуникации и взаимодействия в учебных группах;

- оценка и контроль эффективности обучения.

## 2.2. Направленность образовательной программы

Образовательная программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия имеет направленность – *химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества*, которая характеризует ее ориентацию на конкретные области знания и виды деятельности и определяет ее предметно-тематическое содержание, преобладающие виды учебной деятельности обучающихся и требования к результатам ее освоения.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Результаты освоения ОПОП подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с выбранным видом профессиональной деятельности. Выпускник, освоивший программу аспирантуры по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, должен обладать: универсальными компетенциями, не зависящие от конкретного направления подготовки; общепрофессиональными компетенциями, определяемые направлением подготовки; профессиональными компетенциями, определяемые направленностью (профилем) программы аспирантуры в рамках направления подготовки (далее – направленность программы).

В результате освоения данной образовательной программы выпускник аспирантуры должен обладать следующими компетенциями:

Код компетенции по ФГОС	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения
<i>Универсальные компетенции</i>		
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<b>Знать:</b> - основные методы научно-исследовательской деятельности; методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; <b>уметь:</b> - выделять и систематизировать основные идеи в научных

		<p>текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать альтернативные варианты исследовательских и практических задач, избегать автоматического применения стандартных подходов;</li> <li>- генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач;</li> </ul> <p><b>владеть:</b> - навыками сбора, обработки, критического анализа и систематизации информации по теме исследования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</li> </ul>
УК-2	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	<p><b>Знать:</b>- основные направления, проблемы, теории и методы философии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные концепции современной философии науки, главные стадии эволюции науки, научные проблемы общественного развития;</li> </ul> <p><b>уметь:</b> - формировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по различным проблемам философии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать положения и категории философии для оценивания и анализа различных социальных тенденций, фактов и явлений;</li> </ul> <p><b>владеть:</b> - навыками восприятия и анализа текстов, имеющих философское содержание, приемами ведения дискуссии и полемики, навыками публичной речи и письменного аргументированного изложения собственной точки зрения</p>
УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	<p><b>Знать:</b> - особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы научно-исследовательской деятельности, в том числе в междисциплинарных областях;</li> </ul>

		<p><b>уметь:</b> - следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач;</p> <p>- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов;</p> <p><b>владеть:</b> - навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в том числе междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития;</p> <p>- технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований</p>
УК-4	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	<p><b>Знать:</b> - методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;</p> <p>- стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах;</p> <p><b>уметь:</b> - переводить и реферировать специальную литературу по теме научно-исследовательской работы на иностранном языке, составлять двуязычный словарь;</p> <p>- готовить научные доклады и презентации на базе прочитанной специальной литературы, объяснять свою точку зрения и рассказать о своих планах, в том числе на иностранном языке;</p> <p><b>владеть:</b> - навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках;</p> <p>- навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках.</p>
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<p><b>Знать:</b> - содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особен-</p>

		<p>ности и способы реализации при решении профессиональных задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- возможные сферы, направления и пути профессиональной самореализации для достижения более высоких уровней профессионального и личного развития;</li> </ul> <p><b>уметь:</b> - выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач;</li> <li>- приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования</li> </ul>
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>		
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p><b>Знать:</b> - методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы с использованием современных компьютерных технологий;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные источники, методы поиска и способы анализа научной информации;</li> </ul> <p><b>уметь:</b> - анализировать, систематизировать и перенимать научные достижения в соответствующей области исследований;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ставить задачу и выполнять научные исследования с использованием наиболее эффективных подходов для решения конкретных проблем;</li> </ul> <p><b>владеть:</b> - современными методами научно-исследовательской и проектной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными компьютерными технологиями для сбора и само-</li> </ul>

		стоятельного анализа научной информации
ОПК-2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	<p><b>Знать:</b> - нормативно – правовые основы преподавательской деятельности и принципы построения образовательных программ в системе высшего образования;</p> <p>- способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей;</p> <p><b>уметь:</b> - осуществлять отбор материала, характеризующего достижения науки, с учетом специфики направления подготовки;</p> <p>- использовать оптимальные методы преподавания и оценивания успеваемости обучающихся в области физических наук;</p> <p><b>владеть:</b> - технологией проектирования образовательного процесса в высшей школе;</p> <p>- методами межличностной коммуникации и навыками публичной речи, аргументированного ведения дискуссии.</p>
<i>Профессиональные компетенции</i>		
ПК-1	Способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения задач в области химической физики, физики экстремальных состояний вещества	<p><b>Знать:</b> основные принципы использования фундаментальных научных знаний в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач; методы поиска необходимой информации</p> <p><b>уметь:</b> составлять план работы по заданной теме, использовать накопленный экспериментальный и теоретический опыт в области научного исследования, анализировать и систематизировать различные варианты решения исследовательских и практических задач;</p> <p><b>владеть:</b> основными методами теоретических и экспериментальных исследований, опираясь на фундаментальные основы физики, методами работы с основными базами данных научной информации.</p>
ПК-2	Способность использовать знание современных проблем химической физики, новейших достижений химической физики и информационных	<p><b>Знать:</b> принципы создания новых материалов, базовые принципы строения молекул и методы исследования их реакционной способно-</p>

	технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач в своей научно-исследовательской деятельности	сти, возможности современных информационных технологий, принципы построения операционных систем и прикладных программных продуктов <b>уметь:</b> анализировать результаты экспериментальных исследований, применять методы планирования экспериментов и обработки их результатов с использованием современных компьютерных средств, сетевых технологий и баз данных; <b>владеть:</b> представлениями об общих закономерностях, описывающих поведение и взаимодействие объектов в физико-химических процессах, навыками работы в информационно-поисковых системах;
ПК-3	Способность и готовность применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей с использованием современных информационных технологий	<b>Знать:</b> способы графического представления физико-химической информации с учетом направленности, основные требования к представлению результатов НИР, известные иностранные журналы и журналы, рекомендованные ВАК, публикующие результаты в выбранной научной области; информационное обеспечение для проведения интернет-конференций <b>уметь:</b> осуществлять отбор материала, характеризующего достижения исследования, готовить основные элементы научной статьи, презентации устного или стендового сообщения на конференциях, в том числе проводимых с использованием сети Интернет <b>владеть:</b> навыками представления результатов научно-исследовательской работы в виде печатных материалов и устных сообщений, навыками публичной речи, аргументацией, ведения дискуссий
ПК-4	Способность владения теорией и навыками работы на современной научной аппаратуре при проведении научных экспериментов в области химической физики, физики экстремальных состояний вещества	<b>Знать:</b> основные принципы физических методов исследования, физико-химические принципы, лежащие в основе различных методов анализа, достоинства и недостатки различных методов исследования, основные поисковые системы, информационные базы данных;

		<p><b>уметь:</b> обоснованно выбирать подходящий вариант одного из методов при решении задач профессиональной деятельности: выбирать методы в зависимости от типа исследуемых образцов, сопоставлять возможности и области применения различных методов, анализировать научную литературу с целью выбора методов для решения конкретных задач;</p> <p><b>владеть:</b> основными физическими теориями, концепциями, законами, лежащими в основе методов анализа; навыками интерпретации результатов с учетом современных данных по теории и практике физических методов анализа.</p>
--	--	---

#### 4. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре включает базовую (обязательную) часть и вариативную часть. Это обеспечивает возможность реализации программ аспирантуры, имеющих различную направленность в рамках одного направления подготовки. Вариативная часть формируется научным руководителем и аспирантом.

**Блок 1** – "Дисциплины (модули)", который включает дисциплины (модули) базовой и вариативной частей программы. Дисциплины (модули), относящиеся к базовой части этого блока, являются обязательными для освоения аспирантами; дисциплины (модули) вариативной части определяются в соответствии с профилем программы аспирантуры.

**Блок 2** – «Практики», который в полном объеме относится к вариативной части программы, включает в себя научно-исследовательскую и педагогическую практики – практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Практики проводятся в структурных подразделениях ИПХФ РАН в соответствии с договором о совместной образовательной деятельности ФФФХИ МГУ им. М.В. Ломоносова и ИПХФ РАН.

**Блок 3** – «Научные исследования», который в полном объеме относится к вариативной части программы и включает выполнение научно-исследовательской работы, соответствующей критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата химических наук.

**Блок 4** – «Государственная итоговая аттестация» относится к базовой части программы и завершается присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». В него входит подготовка и сдача государственного экзамена и представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

Программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ИПХФ РАН по профилю «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» имеет следующую структуру:

Индекс	Наименование элемента программы	Объем (в з.е.)
<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>		30
<b>Б.1.Б</b>	<b>Базовая часть</b>	9

<b>Б.1.Б.1</b>	История и философия науки	4
<b>Б.1.Б.2</b>	Иностранный язык	5
<b>Б 1.В.</b>	<b>Вариативная часть</b>	21
<b>Б.1.В.ОД</b>	<b>Обязательные дисциплины</b>	19
<b>Б 1.В.ОД.1</b>	Экстремальные состояния вещества в природе и технике	4
<b>Б 1.В.ОД.2</b>	Основы теории горения и взрыва	2
<b>Б 1.В.ОД.3</b>	Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества	2
<b>Б 1.В.ОД.4</b>	Современные физические методы исследования материалов	6
<b>Б 1.В.ОД.5</b>	Современные информационные технологии в научных исследованиях	2
<b>Б 1.В.ОД.6</b>	Экспериментальная физика ударных волн в конденсированных средах	2
<b>Б 1.В.ОД.7</b>	Педагогика высшей школы	1
<b>Б.1.В.ДВ</b>	<b>Элективные дисциплины (по выбору)</b>	2
<b>Б.1.В.ДВ.1</b>	Электрохимические источники энергии и альтернативная энергетика	2
<b>Б.1.В.ДВ.2</b>	Фундаментальное материаловедение и технологии перспективных функциональных материалов	2
<b>Вариативная часть</b>		201
<b>Блок 2 «Практики»</b>		6
<b>Б.2.В.1</b>	Педагогическая	3
<b>Б.2.В.2</b>	Научно-исследовательская	3
<b>Блок 3 «Научные исследования»</b>		195
<b>Б.3.В.1</b>	Научные исследования	195
<b>Базовая часть</b>		
<b>Блок 4 «Государственная итоговая аттестация»</b>		9
<b>Б.4.Г</b>	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	3
<b>Б.4.Д</b>	Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	6
<b>Итого: объем программы аспирантуры</b>		240

Объем программы аспирантуры составляет 240 зачетных единиц. 1 зачетная единица (з.е.) включает 36 академических часов. Объем программы аспирантуры в очной форме обучения, реализуемый за один учебный год, составляет 60 зачетных единиц (2160 часов). Максимальный объем учебной нагрузки аспиранта, включая все виды учебной работы, составляет 54 академических часа в неделю, то есть 1,5 з.е.

плин, включающие цели, задачи, объемы и разделы, тематическое содержание, виды контроля знаний, а также рекомендуемую основную и дополнительную литературу приведены в Приложениях 1-2. Программы практик, включающие цели, задачи, объемы и разделы, тематическое содержание, виды контроля знаний, а также рекомендуемую основную и дополнительную литературу, приведены в Приложениях 3-4. В Приложении 5 приведены программы научных исследований для очной формы обучения.

#### 4.1. Требования к условиям реализации программы аспирантуры

№№ п/п	Наименование дисциплины и ее основные разделы	Трудоем- кость акад. часов (зач. ед.)
<b>Базовая часть</b>		
1	<p><b><u>История и философия науки</u></b>            В результате освоения дисциплины «История философии и науки» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:</p> <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, современные философские проблемы областей научного знания;</li> <li>- общие проблемы философии науки;</li> <li>- информационную концепцию научного процесса;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологически грамотно осмысливать конкретно-научные проблемы с видением их в мировоззренческом контексте истории науки;</li> <li>- критически воспринимать новые научные факты и гипотезы;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- широким спектром междисциплинарного научного инструментария, применяемого в современной науке, культурой научного исследования, навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в том числе междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития, технологиями планирования профессиональной деятельности в сфере научных исследований.</li> </ul> <p><b>Формируемые компетенции: УК-1, УК-2, УК-5, ОПК-1</b></p>	144 (4)
2	<p><b><u>Иностранный язык</u></b>            В результате освоения дисциплины «Иностранный язык» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:</p> <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологию делового иностранного языка;</li> <li>- особенности представления результатов научной деятельности в письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять знания иностранного языка при проведении рабочих переговоров и составлении условных документов, следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках;</li> </ul>	180 (5)

	<p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками общения на иностранном языке.</li> </ul> <p><b>Формируемые компетенции: УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-2</b></p>	
	<b>Вариативная часть</b>	
	<b>Обязательные дисциплины</b>	
3	<p><b><u>Экстремальные состояния вещества в природе и технике</u></b></p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:</p> <p><b>знать:</b> - теоретический материал по химической физике процессов горения и взрыва, экстремальных состояний вещества.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы методов исследования ударно-волновых и детонационных явлений, а также других процессов при высоких плотностях энергии;</li> <li>- физико-химические свойства веществ, способных к горению и детонации;</li> <li>- современные методики проведения исследований веществ, находящихся в экстремальных состояниях высоких давлений и температур;</li> </ul> <p><b>уметь:</b> - использовать теоретический материал по химической физике процессов горения и взрыва, экстремальных состояний вещества для анализа экспериментальных данных;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать на практике физические основы методов исследования ударно-волновых и детонационных явлений, а также других процессов при высоких плотностях энергии;</li> <li>- обращаться с веществами, способными к горению и детонации;</li> <li>- применять современные методики проведения исследований веществ, находящихся в экстремальных состояниях высоких давлений и температур, а при их отсутствии разрабатывать новые;</li> <li>- уметь планировать экспериментальную работу, анализировать полученные результаты и делать заключения на основании комплекса имеющихся данных, обрабатывать результаты исследований с использованием современного математического аппарата;</li> </ul> <p><b>(владеть) или иметь опыт:</b> использованием теоретическим и экспериментальным материалом по химической физике процессов горения и взрыва, экстремальных состояний вещества для анализа экспериментальных данных;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применением современных методик проведения исследований веществ, находящихся в экстремальных состояниях высоких давлений и температур;</li> </ul> <p>обращением с веществами, способными к горению и детонации;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельным ведением научно-исследовательской работы, уметь ставить и решать актуальные научные и практические задачи в области химической физики;</li> <li>- написанием научных отчетов и статей.</li> </ul> <p><b>Формируемые компетенции: УК-1, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4</b></p>	144 (4)
4	<p><b><u>Основы теории горения и взрыва</u></b></p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:</p> <p><b>знать</b> физические основы методов исследования горения и взрыва; характеристики процессов горения и взрыва;</p> <p><b>уметь:</b> использовать теоретический материал по химической физике</p>	72 (2)

	<p>характеристики процессов горения и взрыва;  <b>уметь:</b> использовать теоретический материал по химической физике процессов горения и взрыва для анализа экспериментальных данных; использовать на практике физические основы методов исследования структуры и динамики фронтов горения;          планировать экспериментальную работу, обрабатывать результаты исследований с использованием современного математического аппарата.  <b>(владеть) или иметь опыт:</b> современными методиками проведения исследований фронтальных режимов; современными материалами по химической физике процессов горения и взрыва для анализа экспериментальных данных; современными программными средствами моделирования.  <b>Формируемые компетенции:</b> УК-1, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4</p>	
5	<p><b><u>Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества</u></b>          В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:  <b>знать:</b> основные физические подходы, используемых при изучении химических превращений вещества;  <b>уметь:</b> применять современные методы аналитического анализа физико-химических процессов, результатов проведения исследований с использованием современного математического аппарата; делать заключения на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных и планировать последующую научную работу.          делать оптимальный выбор методов для решения поставленных задач          планировать экспериментальную работу, анализировать полученные результаты и делать заключения на основании комплекса имеющихся данных, обрабатывать результаты исследований с использованием современного математического аппарата;  <b>(владеть) или иметь опыт:</b> использования теоретического и экспериментального материала по химической физике для анализа экспериментальных данных; ставить и решать актуальные научные и практические задачи в области химической физики; написания научных отчетов и статей.  <b>Формируемые компетенции:</b> УК-1, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-3,</p>	72 (2)

6	<p><b><u>Современные физические методы исследования материалов</u></b></p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:</p> <p><b>знать:</b> физические основы методов, используемых при изучении химических реакций;</p> <p><b>уметь:</b> применять стандартизированные методики проведения исследований, а при их отсутствии разрабатывать новые, обрабатывать результаты исследований с использованием современного математического аппарата; делать заключения на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных и планировать последующую научную работу; делать оптимальный выбор методов для решения поставленных задач;</p> <p><b>владеть:</b> методами работы с основными базами данных химической информации; компьютерными информационными технологиями по получению и анализу химической информации; стандартной терминологией и определениями.</p> <p><b>Формируемые компетенции:</b> УК-1, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4</p>	216 (6)
7	<p><b><u>Современные информационные технологии в научных исследованиях</u></b></p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>знать:</b> возможности современных информационных технологий; программные средства для подготовки различного рода документов с применением информационных технологий; программные средства для поддержки и принятия решений в управлении; основные принципы построения информационных сетей, сложных динамических систем; принципы построения операционных систем и прикладных программных продуктов;</p> <p><b>Уметь:</b> использовать в своей деятельности Системы управления содержанием (контентом) (CMS-системы); работать с TeX-подобными документами; планировать научные исследования и свою деятельность с использованием систем принятия решений в управлении; использовать мощные вычислительные ресурсы;</p> <p><b>Иметь навыки:</b> работы в информационно-поисковых системах; подготовки документов сложной структуры; построения и анализа графиков управления проектами; работы в Linux-подобных операционных системах.</p> <p><b>Формируемые компетенции:</b> УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-2, ПК-3.</p>	72 (2)
8	<p><b><u>Экспериментальная физика ударных волн в конденсированных средах</u></b></p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:</p> <p><b>знать:</b> теоретический материал по химической физике процессов горения и взрыва, экстремальных состояний вещества; физические основы методов исследования ударно-волновых явлений, а также других процессов при высоких плотностях энергии; современные методики проведения исследований высокоскоростных процессов и свойств веществ, находящихся в экстремальных состояниях высоких давлений и температур;</p> <p><b>уметь:</b> использовать теоретический материал по химической физике процессов горения и взрыва, экстремальных состояний вещества для анализа экспериментальных данных; использовать на практике физи-</p>	72 (2)

	<p>ческие основы методов исследования ударно-волновых и детонационных явлений, а также других процессов при высоких плотностях энергии; обращаться с веществами, способными к горению и детонации; применять современные методики проведения исследований веществ, находящихся в экстремальных состояниях высоких давлений и температур, разрабатывать новые; уметь планировать экспериментальную работу, анализировать полученные результаты и делать заключения на основании комплекса имеющихся данных, обрабатывать результаты исследований с использованием современного математического аппарата;</p> <p><b>(владеть) или иметь опыт:</b> использования теоретического и экспериментального материала по химической физике процессов горения и взрыва, экстремальных состояний вещества для анализа экспериментальных данных; применения современных методик проведения исследований веществ при ударно-волновом воздействии, находящихся в экстремальных состояниях высоких давлений и температур; обращения с веществами, способными к горению и детонации; самостоятельного ведения научно-исследовательской работы, ставить и решать актуальные научные и практические задачи в области химической физики.; написания научных отчетов и статей.</p> <p><b>Формируемые компетенции:</b> УК-1, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4</p>	
9	<p><b><u>Педагогика высшей школы</u></b></p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>знать:</b> нормативные основы образовательного процесса и его практической организации, а также основные принципы и системы организации преподавания в высшей школе;</p> <p><b>уметь:</b> формулировать и решать педагогические задачи при разработке и реализации учебных программ курсов;</p> <p><b>владеть:</b> культурой труда педагога; способами, приемами и формами организации учебного процесса.</p> <p><b>Формируемые компетенции:</b> УК-5, ОПК-2.</p>	36 (1)
	<b>Элективные дисциплины (по выбору)</b>	
10	<p><b><u>Электрохимические источники энергии и альтернативная энергетика</u></b></p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:</p> <p><b>знать:</b> теоретические основы электрохимических процессов, протекающих в различных электрохимических источниках энергии, включая строение двойного электрического слоя, термодинамику и кинетику этих процессов, коррозионные процессы; типы электрохимических источников тока, историю их развития, принципы работы, конструкционные особенности; материалы и электролиты, используемые в этих устройствах; области применения и ограничения для использования электрохимических устройств разных типов;</p> <p><b>уметь:</b> - использовать теоретические знания для описания работы и причин деградации электрохимических источников энергии; выбирать материалы для построения электрохимических источников энергии;</p>	72 (2)

	<p>подбирать методы для характеристики работы электрохимических источников энергии;</p> <p><b>(владеть) или иметь опыт:</b> методами сборки топливных элементов на основе твердых полимерных электролитов или твердых оксидов, суперконденсаторов и литий-ионных батарей; работы с периодической литературой (поиск и анализ) по заданным тематикам; написания научных отчетов и построения (презентации) докладов с дискуссионным обсуждением тематики.</p> <p><b>Формируемые компетенции:</b> УК-1, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4</p>	
11	<p><b><u>Фундаментальное материаловедение и технологии перспективных функциональных материалов</u></b></p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:</p> <p><b>Знать:</b> общие представления о классификации, структуре и свойствах современных материалов, наноматериалов, биоматериалов; общие закономерности в изменении функциональных характеристик при варьировании кристаллической, дефектной структуры, микроструктуры и способов получения материалов;</p> <p><b>Уметь:</b> вычленять главное при проработке соответствующего литературного материала и проводить его критический анализ; предлагать адекватные методы получения при дизайне материалов с заданными функциональными характеристиками; применять современные методики проведения исследований структуры, механических и физико-химических свойств материалов; давать предложения при постановке или интерпретации эксперимента по получению и исследованию материалов; уметь планировать экспериментальную работу, анализировать полученные результаты и делать заключения на основании комплекса имеющихся данных, обрабатывать результаты исследований с использованием современного математического аппарата;</p> <p><b>Владеть:</b> терминологией описания структуры, свойств и методов получения современных материалов; использования теоретического и экспериментального материала по структуре и свойствам изучаемых объектов для анализа экспериментальных данных; техникой проведения качественных и полуколичественных оценок параметров структуры и свойств функциональных материалов.</p> <p><b>Формируемые компетенции:</b> УК-1, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-4</p>	72 (2)
	<b><u>Практики</u></b>	
12	<p><b><u>Педагогическая практика</u></b></p> <p>Педагогическая практика представляет собой вид практической деятельности аспиранта по осуществлению учебного процесса, включающего преподавание специальных дисциплин, организацию учебной и научно-исследовательской деятельности студентов.</p> <p>В результате педагогической практики аспиранты должны:</p> <p><b>знать:</b> правовые и нормативные основы функционирования системы образования; порядок реализации основных положений и требований документов, регламентирующих деятельность ВУЗа, института по совершенствованию учебно-воспитательной, методической и научной работы на основе государственных образовательных стандартов;</p> <p>- порядок организации, планирования, ведения и обеспечения учеб-</p>	108 (3)

	<p>но-образовательного процесса с использованием современных информационных технологий обучения; научные основы профильной дисциплины; содержание преподаваемого предмета;</p> <p><b>уметь:</b> формировать общую стратегию проведения занятий; конкретизировать цель изучения любых фрагментов учебного материала занятий; системно анализировать и выбирать образовательные компетенции; учитывать в педагогическом взаимодействии особенности студентов; проектировать образовательный процесс; выполнять анализ результатов педагогических экспериментов, проводимых с целью повышения эффективности обучения;</p> <p><b>владеть:</b> техникой речи и правилами поведения при проведении занятий; способами ориентации в профессиональных источниках информации, включая специализированные базы данных; различными средствами коммуникации в профессиональной деятельности; навыками работы с современными информационными технологиями.</p> <p><b>Формируемые компетенции: УК-5, ОПК-2, ПК-3.</b></p>	
13	<p><b><u>Научно-исследовательская практика</u></b></p> <p>Прохождение научно-исследовательской практики направлено на подготовку будущего специалиста к решению профессиональных задач, связанных с научно-исследовательской деятельностью. Результаты освоения программы научно-исследовательской практики используются аспирантами в их научно-исследовательской деятельности, в публикации статей в рецензируемых журналах из перечня ВАК, в подготовке текста научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).</p> <p>В результате научно-исследовательской практики аспиранты должны:</p> <p><b>знать:</b> основы методики выполнения научных исследований, планирования и организации научного эксперимента, обработки научных данных; требования к представлению и результатам научного исследования; основные научные конференции, где могут быть представлены результаты проведенного научного исследования;</p> <p><b>уметь:</b> формулировать результаты научного исследования в виде доклада на конференции, писать заявку на участие в конференции, кратко представлять основные результаты проведенного исследования; вести научную дискуссию и защищать представляемые результаты; представлять результаты исследования в публикациях;</p> <p><b>владеть:</b> навыками разработок программы исследования и проведения исследований; опытом представления результатов исследований на научных конференциях.</p> <p><b>Формируемые компетенции: УК-1, УК-4, УК-5, ОПК-1, ПК-2, ПК-3.</b></p>	108(3)
14	<p><b><u>Научные исследования</u></b></p> <p><b><u>Научные исследования</u></b></p> <p>В результате проведения научных исследований обучающийся должен</p> <p><b>знать:</b> современное состояние науки, основные направления научных исследований, приоритетные задачи; основную специальную литературу по теме исследований: монографии, специализированные журналы; характеристику объекта и условия исследования; правила организации научных исследований по своей теме; принципы, на которых построены методики проведения исследования и обработки полученных результатов; порядок внедрения результатов научных исследований и разработок; правила формирования сводных таблиц результатов</p>	7128 (198)

	<p>и списка литературы;</p> <p><b>уметь:</b> формулировать цели и задачи научного исследования; вести поиск литературных источников по разрабатываемой теме с целью их использования при выполнении диссертации; анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по теме исследований; проводить исследования согласно специальным методикам; работать с прикладными научными пакетами и редакторскими программами, используемыми при проведении научных исследований и разработок; проводить соответствующую математическую обработку результатов и формировать сводные таблицы;</p> <p><b>владеть:</b> методами исследования и проведения экспериментальных работ; методами анализа и обработки экспериментальных данных; методами проведения анализа научной и практической значимости проводимых исследований; методами оформления результатов научных исследований (оформление отчёта, написание научных статей, тезисов докладов).</p> <p><b>Формируемые компетенции:</b> УК-1, УК-3, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.</p>	
15	<p><b>Государственная итоговая аттестация</b></p> <p><b>Формируемые компетенции</b> ОПК-1, ОПК-2, УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.</p>	324 (9)
	<p><b>Государственный экзамен</b></p> <p>На государственном экзамене проверяется сформированность следующих компетенций:</p> <p>готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования ;</p> <p>наличие широкой фундаментальной подготовки в современных направлениях химической науки, глубокой специализированной подготовки в области физической химии.</p> <p><b>Формируемые компетенции:</b></p> <p><b>УК-1, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4.</b></p>	108 (3)
	<p><b>Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)</b></p> <p><b>уметь:</b> проводить теоретические и экспериментальные исследования; применять основные законы химии и информацию из баз данных при анализе полученных результатов;</p> <p><b>владеть:</b> способностью проведения научного исследования; основами новейших информационно-коммуникационных технологий; практическими навыками и знаниями использования компьютерных технологий в научных исследованиях; современными компьютерными технологиями для сбора и анализа научной информации; методами и технологиями межличностной коммуникации; навыками публичной речи; аргументацией, ведения дискуссии; методикой критического анализа данных из мировых информационных ресурсов и их соотношения с полученными результатами исследований.</p> <p><b>Формируемые компетенции;</b> УК-1, УК-2, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.</p>	216 (6)

Календарный учебный график, сводные данные, учебный план подготовки, распределение компетенций и справочник компетенций приведены в Приложениях 1. Рабочие программы дисциплин, включающие цели, задачи, объемы и разделы, тематическое содержание, виды контроля знаний, а также рекомендуемую основную и дополнительную

литературу, приведены в Приложении 2. Программы практик, включающие цели, задачи, объемы и разделы, тематическое содержание, виды контроля знаний, а также рекомендуемую основную и дополнительную литературу, приведены в Приложение 3-4. В Приложение 5 приведены программы НИР для очной формы обучения.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

В соответствии с ФГОС ВО по направлению **03.06.01 Физика и астрономия** оценка качества освоения обучающимися ОПОП ВО включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и государственную итоговую аттестацию обучающихся.

### 5.1. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся

На базе ОПОП ВО (аспирантура) по профилю научным руководителем совместно с аспирантом разрабатывается индивидуальный план аспиранта на период обучения в аспирантуре. В индивидуальном плане аспиранта предусматривается: сдача кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку и специальной дисциплине, прохождение практик, систематические отчеты по освоению аспирантом обязательных дисциплин, проделанной научно-исследовательской работе и выполнению диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Выполнение аспирантом утвержденного индивидуального плана контролирует научный руководитель.

Текущая аттестация (текущий контроль) и промежуточная аттестация аспирантов проводится в соответствии с локальным актом ИПХФ РАН и «Положением об аттестации аспирантов ИПХФ РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре». Текущий контроль по дисциплине проводится в форме вопроса - ответа в рамках участия обучающихся в дискуссиях и различных мероприятиях семинарского характера по оцениванию фактических результатов обучения, осуществляемых преподавателем, ведущим дисциплину.

Объектами оценивания для учебной дисциплины выступают:

- посещаемость занятий;
- активность на семинарских занятиях;
- своевременность выполнения различных видов заданий;
- использования самостоятельной работы для приобретения дополнительных знаний.

Оценивание обучающегося, т.е. определение степени усвоения теоретических знаний и уровня овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимых в рамках лекций, практических занятий (семинаров) и самостоятельной работы, осуществляется в рамках промежуточной аттестации в форме зачета.

Обучающийся допускается к зачету в случае выполнения аспирантом всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценка зачета (нормативная) осуществляется по двухбалльной системе – «зачтено» и «не зачтено».

Оценка	Требования к знаниям и критерии выставления оценок:
Зачтено.	Аспирант при ответе демонстрирует знание тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями и терминами, знает особенности развития соответствующей области науки,

	имеет представление о специфике объектов исследований. Информирован о современных направлениях работ, ознакомлен с содержанием основных литературных источников, способен делать анализ проблем и намечать пути их решения
Не зачтено	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание большей части основного материала в соответствующей области науки. Не информирован или слабо разбирается в проблемах, и не в состоянии наметить пути их решения

Оценка экзамена осуществляется с использованием нормативных оценок по пятибалльной системе (5 - отлично, 4- хорошо, 3 - удовлетворительно, 2 – неудовлетворительно, 1 - неудовлетворительно).

Оценка	Требования к знаниям и критерии выставления оценок:
1, неудовлетворительно	Отсутствие знаний
2, неудовлетворительно	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала в соответствующей области науки. Не информирован или слабо разбирается в ее проблемах и не в состоянии наметить пути их решения.
3, удовлетворительно	Аспирант при ответе демонстрирует знание только основного материала соответствующей области науки; допускает неточности, недостаточно четко воспроизводит терминологию, нарушает логическую последовательность в изложении. Фрагментарно разбирается в проблемах и не всегда в состоянии наметить пути их решения.
4, хорошо	Аспирант при ответе демонстрирует хорошее владение и использование знаний в соответствующей области науки, твердо знает базовый материал, грамотно и по существу излагает его содержание, однако допускает мелкие неточности в ответе на вопрос и не всегда правильно трактует теоретические положения. Достаточно уверенно разбирается в проблемах, но в некоторых случаях не в состоянии наметить пути их решения.
5, отлично	Аспирант при ответе демонстрирует глубокое и точное владение и использование знаний в соответствующей области науки; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на экзамене, умеет тесно увязывать теорию с экспериментом, свободно справляется с вопросами, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение. Информирован о современных направлениях, способен делать анализ проблем и намечать пути их решения.

## 5.2. Фонд оценочных средств для государственной итоговой аттестации

Итоговая аттестация выпускника аспирантуры является обязательной и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме. Государственная итоговая аттестация включает государственный итоговый экзамен по профилю подготовки и научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

Фонд оценочных средств для проведения государственной итоговой аттестации обучающихся по профилю подготовки входит в структуру программы государственного

итогового экзамена по профилю подготовки и включает:

- перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания.

Выполнение аспирантом образовательной части ОПОП ВО (аспирантуры) включает сдачу кандидатских экзаменов по истории и философии науки и иностранному языку, по специальности, а также сдачу зачетов по специальным и элективным дисциплинам и прохождение педагогической и научно-исследовательской практик. Выполнение аспирантом исследовательской части ОПОП ВО (аспирантуры) включает апробацию и публикацию результатов научного исследования, завершение работы над НКР и представление ее в виде доклада для получения соответствующего заключения.

## **6. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

### **6.1. Кадровое обеспечение реализации ОПОП ВО**

Квалификация руководящих и научно-педагогических работников, реализующих программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, соответствует квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования", утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г. № 1н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., регистрационный № 20237).

В институте работает 100 докторов наук, и более 250 кандидатов наук. Из них более 40 профессоров. Преподавательской деятельностью занимаются более 150 человек. Доля научно-педагогических работников, имеющих ученую степень и ученое звание, в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу аспирантуры, составляет 100 процентов.

Научный руководитель, назначаемый обучающемуся, имеет ученую степень доктора наук или ученую степень кандидата наук; осуществляет самостоятельную научно-исследовательскую деятельность по направлению и профилю подготовки кадров высшей квалификации; имеет публикации по результатам указанной научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях; осуществляет апробацию результатов указанной научно-исследовательской деятельности на национальных и международных конференциях. Научное руководство аспирантами по научному профилю «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» направления подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре 03.06.01 – Физика и астрономия осуществляют научные сотрудники, имеющие степень кандидата или доктора физико-математических, технических наук. Все сотрудники, привлекаемые к проведению занятий для аспирантов, активно работают по основным научным направлениям в области химических наук, имеют публикации в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования, регулярно участвуют в национальных и международных конференциях.

### **6.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение**

ИПХФ РАН, реализующее ОПОП аспирантуры, располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, экспериментальной и научно-исследовательской работы

обучающихся, предусмотренных учебными планами. Лабораторный комплекс ИПХФ РАН включает в себя помимо научно-исследовательских лабораторий, оснащенных на мировом уровне, учебные аудитории и научно-образовательные центры, также оснащенные самым современным оборудованием. В настоящий момент материально-техническая база института отвечает всем современным требованиям для качественной подготовки аспирантов. В состав материально-технической базы входят современные измерительные оборудования, такие как ЭПР-спектрометр SE/X 2544, сверхпроводящий импульсный широкополосный двухканальный спектрометр ЯМР AVANCE III 500 MHz Bruker BioSpin для жидкофазных образцов; ЯМР-диффузометр, инфракрасный Фурье-спектрометр Perkin-Elmer Spectrum 100, Perkin-Elmer, спектрометр комбинационного рассеяния Nicolet NXR FT-Raman 9610. Nicolet, спектрометр комбинационного рассеяния Spex Ramalog 1403, спектрофотометр сканирующий двухлучевой Perkin Elmer Lambda 45, спектрофотометр "UV-3101 PC", Shimadzu, люминесцентный спектрометр "LS-55", Perkin Elmer, универсальная время-разрешенная флуоресцентная система "Fluo Time 200" PicoQuant GmbH, сканирующий автоэмиссионный электронный микроскоп Zeiss LEO SUPRA 25, просвечивающий электронный микроскоп ЭВМ-100 БР, оптический микроскоп Zeiss Axio Imager A1, монокристалльный рентгеновский дифрактометр P4 BRUKER, рентгеновский порошковый дифрактометр ARLX'TRA, рентгеновский порошковый дифрактометр ДРОН-УМ2, СКВИД MPMX 5XL Quantum Design, CHNS/O элементный анализатор "Vario Micro cube" Elementar GmbH, энергодисперсионный рентген-флуоресцентный спектрометр "X-Арт М" СОМІТА, спектрометр атомно-абсорбционный ААС-3, спектрометр атомно-абсорбционный "МГА-915", хромато-масс-спектрометр: жидкостной хроматограф LC-20 Prominence с масс-селективным квадрупольным детектором LCMS-2020, масс-спектрометр MI1201B, широкополосный диэлектрический спектрометр "NOVOCONTROL", синхронный термический анализатор STA 409C Luxx, сопряженный с квадрупольным масс-спектрометром QMS 403C Aeolos, NETZSCH, жидкостной хроматограф WATERS GPCV 2000 в комплекте с детектором по светорассеянию WYATT DAWN Helios II, жидкостной хроматограф WATERS 2414, жидкостной хроматограф LC-20 Prominence с масс-селективным детектором LCMS-2020, универсальная машина для испытаний материалов ZWICK/ROEL, вискозиметр Штабингера SVM 3000, сорбционный анализатор удельной поверхности и распределения пор по размерам QUADRASORB SI.

Для проведения лекционных и семинарских занятий по дисциплине используется специализированный компьютерный класс на 25 рабочих мест, оборудованный 12-ю персональными компьютерами, объединенными в отдельную 1 Гбит сеть.

В настоящее время парк вычислительных серверов Института включает в себя 504 процессорный кластер (252 двухпроцессорных узла) на базе процессоров IBM PowerPC 970FX, работающих на частоте 2,2ГГц и объединённых сетью Myninet, с пиковой производительностью 4,4 TFLOPS, 24 процессорный SMP сервер RM 600, 12 процессорный кластер на Xeon P4 с гигабитной сетью, ряд специализированных вычислительных серверов, установлен кластер на новых 64 разрядных процессорах Itanium 2 с пиковой производительностью 100 GFLOPS. Институт располагает самой полной в России библиотекой параллельных программ в области квантовой химии и молекулярной динамики. Вся вычислительная техника связана оптоволоконной локальной сетью 100 Мбит/с и 1 Гбит/с, с каналом выхода во внешний Internet 1 Гбит/с (100 Мбит/с до MSK-IX).

Компьютерное обеспечение аспирантов осуществляется за счет использования персональных компьютеров.

Материально-техническая база института соответствует действующим противопожарным правилам и нормам, обеспечивает проведение всех видов дисциплинарных занятий, позволяет вести учебный процесс по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия и соответствует требованиям, предъявляемым к качеству подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации

В ИПХФ РАН аспирантам обеспечен доступ к фондам научной библиотеки, которая входит в систему Библиотеки по естественным наукам РАН (БЕН РАН).

Реализация программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обеспечивается доступом каждого аспиранта к архивам отечественных и зарубежных изданий ([http://www.benran.ru/pl\\_in\\_izd.html](http://www.benran.ru/pl_in_izd.html)), а также электронным базам данных (<http://www.benran.ru/bazi.html>) в библиотеке в компьютерном классе ИПХФ РАН.

Библиотека Института имеет читальный зал. Обучающиеся обеспечены научной литературой и учебными пособиями в соответствии с утвержденными программами учебных планов.

Комплект учебно-методических документов, определяющих содержание и методы реализации процесса обучения в аспирантуре, включающий в себя: учебный план, рабочие программы дисциплин (модулей), программы практик, обеспечивающих реализацию соответствующей образовательной технологии, а также программы вступительных испытаний, кандидатских экзаменов – доступен для профессорско-преподавательского состава и аспирантов.

Каждый аспирант обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным изучаемым дисциплинам. Библиотечный фонд укомплектован печатными и/или электронными изданиями основной учебной и научной литературы по дисциплинам общенаучного и профессионального циклов.

Фонд дополнительной литературы, помимо учебной, включает официальные, справочно-библиографические и специализированные периодические издания. Оперативный обмен информацией с отечественными и зарубежными институтами и организациями осуществляется с соблюдением требований законодательства РФ об интеллектуальной собственности и международных договоров РФ в области интеллектуальной собственности.

В настоящее время ИПХФ РАН располагает следующими полнотекстовыми электронными информационными ресурсами:

1. E-library – российская научная электронная библиотека в области науки, технологии, медицины и образования;
2. <https://www.scopus.com/search/form/authorFreeLookup.url> – инструмент для отслеживания цитируемости статей;
3. Web of Science – база данных для поиска научной информации в области естественных, общественных, гуманитарных наук и искусства;
4. Кэмбриджская структурная база данных;
5. <http://www.sciencedirect.com/science/browse/sub/chemistry> – полнотекстовая научная база данных;
6. ChemSpider – структурная база данных “малых молекул”;
7. [chemport.ru/data/](http://chemport.ru/data/) – обширные справочные материалы по химии;
8. <http://contests-mon.informika.ru/contest/> – поиск информации о конкурсах Минобрнауки;
9. [elementy.ru](http://elementy.ru) – поиск информации о конференциях, выставках и других научных мероприятиях;
10. Google Scholar – поисковая система по сугубо научной информации среди журнальных статей, тезисов и т.п.;
11. <http://www.scirus.com> – универсальная научная поисковая система;
12. NIST Chemistry WebBook – база данных по химии.

**В ИПХФ РАН открыт доступ к следующим журналам:**

к статьям в журналах Chemical Society of Japan - (Chemistry Letters, Bulletin of the Chemical Society of Japan, The Chemical Record, Chemistry – An Asian Journal, Asian Journal of Organic Chemistry);

к журналам издательства Elsevier;

к журналу Nature издательства Nature Publishing Group по 31 декабря 2018 г.;

к стандартной коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society (ACS) - (список). Кроме того, предоставляется возможность скачать 150 статей из всех остальных ресурсов на платформе ACS;

к журналам издательства American Institute of Physics (AIP) - (список), а также к журналу Organic Electronics and Photonics;

к информационно-поисковой системе SciFinder производства Chemical Abstracts Service, позволяющей получить интерактивный доступ к одному из самых полных информационных ресурсов по химии и смежным дисциплинам. (SpringerProtocols- доступ с 1980 г. полностью; Springer Materials полностью; Springer Referencenes – доступ с 2005 г. по 2018 г.; Zentralblatt MATH - полностью;

к журналам издательства Royal Society of Chemistry; к журналам издательства American Physical Society;

к научной информационной базе данных Science Now Science – всемирно известное научно-популярное издание. Содержит обзоры новейших разработок в области естественных и прикладных наук.

к журналам издательства Cell Press;

к базе данных (БД) MerckIndex\* Online издательства RSC (доступ открыт до 1 ноября 2015 г.)

БД MerckIndex\*Online – один из самых авторитетных и надежных источников информации о химических соединениях, лекарственных и биологических препаратах. БД содержит более 11500 монографий и 19000 статей доступных онлайн. Позволяет проводить простой поиск, сложный поиск, поиск по свойствам, структуре и субструктуре.

к ресурсам издательства Duke University Press Mathematics journals проекта Euclid Prime;

к журналам Американского общества микробиологии ASM;

к журналам издательства ASME Digital Collection;

к журналам Canadian Science Publishing;

к журналам канадского издательства Mary Ann Liebert;

к математическим журналам SIAM;

к Кредо Интернет справочной службе Credo Online Reference Service;

к журналам Thieme chemistry journals.

**открыт частичный доступ:**

к журналам издательства World Scientific;

к мультидисциплинарному журналу Science издательства The American Association for the Advancement of Science (AAAS);

к журналам NRC Research Press - (список);

к журналам издательства (включая архивы) IOP Science;

к журналам ERS (European Respiratory Society): The European Respiratory Journal; The European Respiratory Monograph; The European Respiratory Review;

к архивам издательства Springer: журналы (Journals) 1832-2011 гг.; книжные серии (Book Series) 1902-1996 гг., около 20 книжных серий; книжные серии (Book Series) 2005-2010 гг., все серии; электронные справочники (E-References) 2005-2010 гг.;

к журналам ISPG;

к ресурсам компании Bentham Science Online;

к журналу Journal of Physical Society of Japan;

к журналам Cambridge University Press;

к журналам Oxford Journals; к журналам Metapress (IOS Press); к журналам Annual Reviews;

к журналам издательства Optical Society of America.

Преподаватели, участвующие в подготовке аспирантов, ведут активную работу по подготовке и изданию научных статей, учебников и учебных пособий.

## **7. ДОКУМЕНТЫ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ОСВОЕНИЕ ОПОП ВО ПОДГОТОВКИ**

## АСПИРАНТА

Лицам, полностью выполнившим основную образовательную программу в аспирантуре и успешно прошедшим государственную итоговую аттестацию, выдается диплом государственного образца с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

### 8. ТРЕБОВАНИЯ К ФИНАНСОВОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОГРАММЫ

Финансовое обеспечение реализации программы аспирантуры осуществляется в объеме не ниже установленных Министерством образования и науки Российской Федерации базовых нормативных затрат на оказание государственной услуги в сфере образования для данного уровня и направления подготовки с учетом корректирующих коэффициентов, учитывающих специфику образовательных программ в соответствии с Методикой определения нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ высшего образования по специальности и направлениям подготовки, утвержденной приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 августа 2013г. № 638 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 16 сентября 2013г., регистрационный номер № 29967).

Ответственные за реализацию ОПОП ВО:

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень	Ученое звание	Должность	Контактная информация
Минцев Виктор Борисович	д.ф.-м.н., чл.-корр.РАН	профессор	Заместитель директора	+7 (49652) 2-17-22 <a href="mailto:minvb@icp.ac.ru">minvb@icp.ac.ru</a>
Бурбо Елена Михайловна	к.х.н.		Заведующая аспирантурой	+7(49652)2-12-55 <a href="mailto:emb@icp.ac.ru">emb@icp.ac.ru</a>
Разоренов Сергей Владимирович	д.ф.-м.н.	профессор	Заведующий лабораторией	8(49652)2-13-64 <a href="mailto:razsv@icp.ac.ru">razsv@icp.ac.ru</a>

**Приложение 1.** Рабочий учебный план по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия по профилю Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества, очная форма обучения (учебный план подготовки аспирантов, календарный учебный график, матрица компетенций).

**Приложение 2.** Рабочие программы дисциплин (история и философия науки, иностранный язык и 9 специальных дисциплин).

**Приложение 3.** Рабочая программа педагогической практики.

**Приложение 4.** Рабочая программа научно-исследовательской практики.

**Приложение 5.** Рабочая программа научных исследований.

**Приложение 6.** Программы кандидатских экзаменов.

**Приложение 7.** Программа государственной итоговой аттестации по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия.

**Приложение 8.** Карты компетенций.

Авторы программы:

Зам.директора ИПХФ РАН

чл.-корр. РАН

Зав. аспирантурой ИПХФ РАН

к.х.н.

Зав.лабораторией

д.ф.-м.н., профессор

В.Б. Минцев

Е.М. Бурбо

С.В. Разоренов