

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук  
(ФТИ им. А.Ф. Иоффе)



УТВЕРЖДАЮ

Директор

С.В. Иванов

« 13 » 04 2022 г.

**ПРОГРАММА  
ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В  
АСПИРАНТУРЕ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

**1.4.4 ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Срок освоения программы 4 года

Принята решением Ученого совета  
от 04.03.2022 № 03/22

Санкт-Петербург

2022 г.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ**

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.4.4 Физическая химия (далее – программа аспирантуры), реализуемая в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук (далее – Институт), представляет собой систему документов, разработанных на основе федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 (далее – ФГТ). Программа аспирантуры разработана в соответствии с «Положением о порядке разработки программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук», утвержденным от 13.04.2022, и в соответствии с номенклатурой научных специальностей, утверждаемой Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Программа аспирантуры регламентирует цель, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса аспирантов и включает в себя научный компонент, образовательный компонент, а также итоговую аттестацию.

При реализации программы аспирантуры возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, сетевой формы обучения.

## **2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

### **2.1. Цель программы**

Цель программы аспирантуры – подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, способных к инновационной деятельности в сфере науки, образования, защита аспирантом диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

### **2.2. Нормативный срок освоения программы**

Нормативный срок освоения программы аспирантуры, включая каникулы, предоставляемые после прохождения итоговой аттестации, вне зависимости от применяемых образовательных технологий, составляет в соответствии с ФГТ по данной научной специальности 4 года.

При обучении по индивидуальному плану работы инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья срок может быть продлен по согласованию с обучающимся не более чем на 1 год.

### **2.3. Объем программы**

Объем программы аспирантуры по данной научной специальности 240 зачетных единиц (далее - з.е.) вне зависимости от применяемых образовательных технологий, использования сетевой формы и (или) индивидуального учебного плана при реализации программы аспирантуры.

Объем программы аспирантуры, реализуемый за один учебный год, не включая объем факультативных дисциплин, в очной форме обучения составляет 60 з.е., при обучении по индивидуальному плану – в соответствии с индивидуальным планом аспиранта для каждого учебного года, но не более 75 з.е. в год.

### **2.4. Структура и содержание программы аспирантуры**

Программа аспирантуры включает в себя научный компонент, образовательный компонент и итоговую аттестацию.

#### **Научный компонент программы аспирантуры** включает:

- научную деятельность аспиранта, направленную на подготовку к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук (далее – диссертация);
- публикацию результатов исследования в рецензируемых научных изданиях уровня, требуемого для подготовки диссертации (число публикаций – не менее трех); апробацию результатов на конференциях, форумах, симпозиумах, семинарах; при планировании прикладных результатов – подачу заявок на охраноспособные РИД;
- промежуточную аттестацию по этапам выполнения научного исследования.

#### **Образовательный компонент программы аспирантуры** включает:

- дисциплины (модули), в том числе факультативные дисциплины;
- практику;
- промежуточную аттестацию по дисциплинам (модулям) и практике.

Дисциплины (модули) являются обязательными для освоения аспирантом.

Факультативные дисциплины являются необязательными для освоения аспирантом.

**Итоговая аттестация** проводится в форме оценки диссертации на предмет ее соответствия критериям, установленным в соответствии с Федеральным законом от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».

Структура программы аспирантуры представлена в табл. 1.



Структура программы аспирантуры

Таблица 1

№	Наименование компонентов программ аспирантуры и их составляющих	Форма контроля	Объем в зачётных единицах	Объем в ак. часах
<b>1</b>	<b>Научный компонент</b>		<b>219</b>	<b>7884</b>
1.1	Научная деятельность, направленная на подготовку к защите диссертации		215	7740
1.2	Подготовка публикаций и (при необходимости) заявок на охраноспособные РИД, апробация результатов путем участия в конференциях и прочих научных мероприятиях		4	144
1.3	Промежуточная аттестация по этапам выполнения научного исследования	зачет с оценкой		
<b>2</b>	<b>Образовательный компонент</b>		<b>15</b>	<b>540</b>
2.1	Дисциплины (модули), направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов:		13	468
2.1.1	История и философия науки	реферат, кандидатский экзамен	5	180
2.1.2	Иностранный язык	кандидатский экзамен	4	144
2.1.3	Физическая химия	кандидатский экзамен	2	72
2.1.4	Педагогика высшего образования	зачет	2	72
<b>2.2</b>	<b>Факультативные дисциплины*</b>			
2.2.1	Современные методы исследования твердых тел	зачет	4	144
<b>2.3</b>	<b>Практика</b>			
2.3.1	Научно-исследовательская практика	зачет с оценкой	2	72
2.4	Промежуточная аттестация по дисциплинам и практике	зачет с оценкой		
<b>3</b>	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>заключение по диссертации</b>	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Общий объем программы</b>			<b>240</b>	<b>8640</b>

\*В общем объеме часов и з.е. не учитываются

Аспиранты, совмещающие освоение программы аспирантуры с трудовой деятельностью, вправе по согласованию со своим научным руководителем проходить практику по месту трудовой деятельности в случаях, если эта деятельность соответствует требованиям программы аспирантуры к проведению практики.



### 3. АННОТАЦИИ РАБОЧИХ ПРОГРАММ

#### 3.1. Научный компонент программы аспирантуры

<b>3.1.1 Вид научной деятельности</b>	<b>Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите на соискание ученой степени кандидата наук</b>
Содержание	Подготовка аспиранта к самостоятельной научно-исследовательской деятельности. Развитие способности выполнять научные исследования в составе коллектива и самостоятельно. Получение знаний и навыков, необходимых для написания диссертации и дальнейшей научной деятельности.
Результаты научной (научно-исследовательской) деятельности	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- методологию теоретических и экспериментальных исследований в области физической химии;</li><li>- методы организации научно-исследовательской работы;</li><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;</li><li>- взаимосвязь состав – структура – свойства для новых перспективных химических соединений и материалов;</li><li>- тенденции развития химических наук в направлении выбранной тематики научных исследований;</li><li>- общие законы физической химии, определяющие строение веществ, направление и кинетику химических превращений;</li><li>- основные тенденции в исследованиях в области физической химии по теме кандидатской диссертации;</li><li>- методы и инструменты исследовательской деятельности, ее этапы и особенности реализации различных этапов;</li><li>- математические методы обработки результатов эксперимента и оценки точности и погрешности измерения.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- ставить и решать научные задачи, обосновывать темы научно-исследовательских работ;</li><li>- осуществлять критический анализ тенденций развития химических наук в направлении выбранной тематики научных исследований;</li><li>- читать, понимать и использовать в своей научной работе оригинальную научную литературу по специальности, для оценки степени научной и технической новизны полученных результатов;</li><li>- пользоваться общими законами физической химии, определяющими строение веществ, направление и кинетику химических превращений в зависимости от внешних условий;</li><li>- использовать в самостоятельной практической научно-исследовательской деятельности основные принципы решения научно-исследовательских задач с учетом последних мировых достижений науки и техники;</li><li>- критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</li><li>- проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том</li></ul>

	<p>числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать со специальными компьютерными программами обработки полученной информации;</li> <li>- использовать современные методы и технологии научной коммуникации.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой оценки степени научной, технической и технологической новизны полученных результатов исследований;</li> <li>- принципами постановки научно-технических задач и способами их решения;</li> <li>- навыками критического анализа и оценке современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в выбранной области физической химии;</li> <li>- навыками разработки и исследования новых материалов на основе общих законов физической химии;</li> <li>- методологией и технологией практической научно-исследовательской деятельности в области физической химии по теме кандидатской диссертации;</li> <li>- методами и программными средствами обработки экспериментальных данных с целью построения математических моделей для исследования свойств химических веществ и характеристик химических процессов;</li> <li>- навыками самостоятельной практической научно-исследовательской деятельности в избранной области физической химии (в соответствии с темой кандидатской диссертации).</li> </ul>
Формы самостоятельной работы аспирантов	Научные исследования и анализ полученных результатов. Написание, оформление и представление диссертации для прохождения итоговой аттестации
<b>3.1.2 Вид научной деятельности</b>	<b>Подготовка публикаций и (при необходимости) заявок на охраноспособные РИД, апробация результатов путем участия в конференциях и прочих научных мероприятиях</b>
Содержание	Развитие аспирантом самостоятельной публикационной активности. Оформление и изложение результатов научной и научно-исследовательской деятельности. Обсуждение результатов и перспектив исследований с коллегами. При необходимости – освоение начальных навыков защиты интеллектуальной собственности
Результаты научной деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР;</li> <li>- основные правила представления и оформления научной информации с учетом соблюдения авторских прав;</li> <li>- требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях;</li> <li>- методологию подготовки научного материала к публикациям;</li> <li>- виды и объекты интеллектуальной собственности;</li> <li>- основные положения Гражданского кодекса РФ и других законов РФ относительно объектов интеллектуальной собственности;</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи и методы защиты интеллектуальной собственности в РФ и основы ее правовой охраны, в т.ч. за рубежом;</li> <li>- правила проведения патентного поиска и составления отчета о его результатах;</li> <li>- специальную терминологическую лексику, необходимую для описания изобретения и оформления заявки на патент;</li> <li>- методику оформления заявок на получения патентов;</li> <li>- правила составления заявок по правовой охране объектов интеллектуальной собственности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подготовить результаты исследования к публикации;</li> <li>- делать презентации результатов своих научных исследований;</li> <li>- оперировать понятиями и определениями авторского и патентного права;</li> <li>- применять методы научных исследований при проведении патентных исследований и анализе новейших технических решений;</li> <li>- выявлять новые технические решения в виде строго определенного объекта и характеризовать его совокупностью существенных признаков;</li> <li>- проводить патентный поиск и составлять отчет о его результатах, составлять заявки на правовую охрану объектов интеллектуальной собственности;</li> <li>- представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях;</li> <li>- представлять и оформлять полученные результаты научно-исследовательской деятельности в виде научных статей, отчетов, программных продуктов с учетом соблюдения авторских прав;</li> <li>- анализировать, обобщать и интерпретировать информацию, извлеченную из различных информационных источников, при оформлении заявок на патент;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с законодательными актами РФ;</li> <li>- навыками составления отчетов о проведении патентного поиска, составления и подачи заявок по правовой охране объектов интеллектуальной собственности;</li> <li>- навыками публичного представления результатов научно-исследовательской деятельности.</li> </ul>
Трудоемкость, з.е.	219 з.е. (7884 час.)
3.1.3 Промежуточная аттестация по этапам выполнения научного исследования	зачет с оценкой (с 1 по 7 семестры)



### 3.2. Образовательный компонент

#### 3.2.1 Дисциплины (модули), направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов:

#### ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ

Содержание	1. Общие проблемы философии науки. 2. Основные этапы общей истории науки 3. История и философско-методологические проблемы профессионального знания				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p>По итогам освоения дисциплины аспирант должен:</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- историю развития познавательных программ мировой и отечественной философской мысли, проблемы современной философии науки и основных направлений специализированного знания;</li> <li>- социально-этические аспекты науки и научной деятельности, нормативно-ценностные проблемы философской и научной мысли, вопросы социальной ответственности ученого и формы ее реализации;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно осмысливать динамику научно-технического творчества в ее социокультурном контексте;</li> <li>- ориентироваться в аксиологических аспектах науки;</li> <li>- воспроизвести теоретическую эволюцию типов рациональности своей науки, гносеологические и философско-методологические проблемы, решаемые видными творцами этих наук на разных этапах их истории;</li> <li>- ориентироваться в ключевых проблемах науки как социокультурного феномена, ее функциях и законах развития, объединяющих научно-методологическую идентичность с мировоззренческой направленностью</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципами анализа различных философских концепций науки;</li> <li>- научно-философскими представлениями о природе и научно-образовательных функциях науки как формы общественного сознания;</li> <li>- категориальным аппаратом философии и науки; методологией научного исследования; навыками планирования и осуществления научной деятельности на основе идеалов и норм научности;</li> <li>- навыками аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа логики научных рассуждений.</li> </ul>				
<b>Трудоемкость, з.е.</b>	<b>5 з.е. (180 ч)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	180	54	54	36	36
Формы самостоятельной	- изучение материалов по пройденной тематике, - подготовка к практическим занятиям,				

работы аспирантов	- написание реферата.
<b>Промежуточная аттестация дисциплине</b> по	Реферат (2 семестр) Кандидатский экзамен (2 семестр)

## ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Содержание	<p>1. Основы иностранного языка для аспирантов. Лексико-грамматические и стилистические особенности научного стиля текстов на государственном (русском) и на изучаемом иностранном языке.</p> <p>2. Перевод специализированных текстов научного стиля с иностранного языка на государственный (русский) и с государственного (русского) на иностранный язык.</p>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовые понятия грамматического строя, изучаемого иностранного языка;</li> <li>- основные модели словообразования в изучаемом иностранном языке;</li> <li>- общеупотребительную лексику иностранного языка;</li> <li>- лексику общенаучного словаря;</li> <li>- основную терминологическую лексику по своему профилю,</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общаться на иностранном языке, использовать иностранный язык в профессиональной коммуникации и межличностном общении;</li> <li>- понимать устную монологическую и диалогическую речь на бытовые, социальные и профессиональные темы;</li> <li>- писать деловые письма, отчеты о проведенных экспериментах, тезисы для конференций и статьи для научных журналов на иностранном языке;</li> <li>- самостоятельно работать со специальной литературой на иностранном языке с целью получения профессиональной информации</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками разговорной речи;</li> <li>- основными навыками письменной речи;</li> <li>- навыками профессионального общения;</li> <li>- навыками подготовки презентаций по профессиональной тематике на иностранном языке;</li> <li>- навыками пользования электронными ресурсами для совершенствования знаний иностранного языка и работы с профессионально-ориентированными материалами на иностранном языке;</li> <li>- навыками чтения и перевода специализированных текстов на иностранном языке</li> </ul>				
<b>Трудоемкость, з.е.</b>	<b>4 з.е. (144 ч)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	144	-	72	63	9
Формы самостоятельной работы аспирантов	Изучение материалов по пройденной тематике, подготовка к практическим занятиям, выполнение письменного перевода				
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	Кандидатский экзамен (2 семестр)				



## ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Содержание	<p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Строение вещества</li> <li>2. Химическая термодинамика</li> <li>3. Кинетика химических реакций</li> <li>4. Катализ</li> </ol>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные представления о строении веществ в различных агрегатных состояниях и методы их описания</li> <li>- основные соотношения химической термодинамики и особенности их приложения к исследуемым системам</li> <li>- типы химических реакций и методы описания скорости их протекания</li> <li>- основные подходы к осуществлению каталитических превращений</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обосновывать выбор теоретических и экспериментальных методов исследования для каждой конкретной задачи в области физической химии и смежных наук</li> <li>- самостоятельно и в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять термодинамические и кинетические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- адекватными способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач, в том числе, с учетом состава научного коллектива, способностью критически анализировать современные проблемы в области химических наук, ставить задачи и разрабатывать программу исследования</li> <li>- навыками планирования и проведения экспериментальных исследований, выполнения проектов и заданий по тематике разрабатываемой научной проблемы</li> <li>- навыками приобретения новых научных и профессиональных знаний в области физической химии и смежных наук, в том числе используя современные информационные технологии</li> </ul>				
<b>Трудоемкость, з.е.</b>	<b>2 з.е. (72 ч)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем, час	Лекции-консультации	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	38	-	34	-
Формы самостоятельной работы аспирантов	Изучение рекомендованной преподавателем литературы, работа с источниками, подготовка к кандидатскому экзамену				
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	Кандидатский экзамен (6-й семестр)				

## ПЕДАГОГИКА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Содержание	<p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теория и методика профессиональной педагогики</li> <li>2. Законодательно-нормативная база высшего образования</li> <li>3. Педагогические системы в высшем образовании</li> <li>4. Управление профессиональными образовательными учреждениями</li> <li>5. Инновационные процессы в развитии высшего образования</li> <li>6. Постдипломное образование</li> <li>7. Развитие высшего образования за рубежом</li> <li>8. Вопросы истории высшего образования</li> </ol>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основных понятий общей и профессиональной педагогики, принципов обучения, научных подходов к педагогическому исследованию, возрастных особенностей обучающихся в системе высшего профессионального образования;</li> <li>- знание законодательно-нормативной базы высшего профессионального образования, сущности и принципов управления профессиональным образовательным учреждением;</li> <li>- знание вопросов истории развития высшего профессионального образования в России и за рубежом;</li> <li>- знание общих подходов к формированию содержания высшего профессионального образования;</li> <li>- знание инновационных процессов в развитии высшего профессионального образования и умение использовать их в своей профессиональной деятельности</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владение навыками изучения педагогической литературы, подготовки сообщения, написания статей на педагогическую тему;</li> <li>- владение различными способами вербальной и невербальной коммуникации; навыками рефлексии, самооценки, самоконтроля</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умение сравнивать различные концепции развития высшего образования, обучения и воспитания студентов в вузе и вести диалог по проблемам высшей школы</li> </ul>				
<b>Трудоемкость, з.е.</b>	<b>2 з.е. (72 ч)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем, час	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	36	-	36	-
Формы самостоятельной работы аспирантов	<p>Изучение материалов по пройденной тематике Подготовка заданий самостоятельной работы</p>				
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	Зачет (3 семестр)				



### 3.2.2. Факультативные дисциплины:

#### СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Содержание	Основные разделы дисциплины: 1. Введение 2. Методы диагностики твердых тел и параметры, определяемые с их помощью 3. Дифракционные методы исследования кристаллической структуры 4. Высокора разрешающая рентгеновская дифракция 5. Растровая электронная микроскопия 6. Просвечивающая электронная микроскопия 7. Вторичная ионная масс-спектрометрия 8. Атомно-силовая микроскопия 9. Сканирующая туннельная микроскопия
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<b>Знать:</b> - современные методы получения и обработки экспериментальных данных по теме исследования; - задачи теоретических и (или) экспериментальных научных исследований и решать их с помощью соответствующего физико-математического аппарата, современной аппаратуры и информационных технологий; - современные методы анализа, представления и передачи информации, использовать пакеты прикладных программ; - перечень изданий, включая журналы, материалы конференций и семинаров и т.п., а также ресурсы в сети Интернет, представляющий актуальную информацию по тематике проводимого исследования  <b>Уметь:</b> - применять различные методы физических исследований в избранной предметной области; - правильно и разумно критически оценивать новые публикуемые результаты, сопоставлять их с собственными результатами, использовать их в своей работе; - самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические и физические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и/или разработки новых технических средств процессов; - ставить задачи теоретических и (или) экспериментальных научных исследований и решать их с помощью соответствующего физико-математического аппарата, современной аппаратуры и информационных технологий  <b>Владеть:</b> - навыками проведения экспериментальных исследований, выполнения проектов и заданий по тематике разрабатываемой научной проблемы; - навыками демонстрации базовых знаний в области физики конденсированного состояния, применение методов теоретического и экспериментального исследования; - навыками приобретения новых научных и профессиональных знаний



	в области физической химии, в том числе используя современные информационные технологии; - знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки				
<b>Трудоемкость, з.е.</b>	<b>4 з.е. (144 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем, час	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	144	54	-	90	-
Формы самостоятельной работы аспирантов	Изучение материалов по пройденной тематике Подготовка заданий самостоятельной работы				
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	Зачет (6 семестр)				

### 3.3. Практика

#### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА

Содержание	1. Освоение методов работы с экспериментальным, наблюдательным, аналитическим, технологическим оборудованием, используемым в выбранной научной области. 2. Освоение программных и аппаратных средств сбора, хранения, обработки и визуализации данных, используемых в выбранной научной области.
Результаты прохождения практики	<b>Знать:</b> - основные типы научного оборудования, используемого в выбранной научной области, ключевые характеристики оборудования каждого типа; - назначение и возможности программных и (при наличии) аппаратных средств сбора, хранения, обработки и визуализации данных, используемых в выбранной научной области. <b>Уметь:</b> - пользоваться имеющимся в месте прохождения практики научным оборудованием, используемым в выбранной научной области; - применять для своей научной работы программные и (при наличии) аппаратные средства сбора, хранения, обработки и визуализации данных, используемые в выбранной научной области. <b>Владеть:</b> - первичными навыками подбора оборудования, необходимого для своей научной работы; - навыками выбора средств сбора, хранения, обработки и визуализации данных, необходимых для своей научной работы и презентации ее результатов; - основными способами обеспечения миграции данных между различными средствами их сбора, хранения, обработки и визуализации.
Объем	2 з.е. (72 ак. час.)
Промежуточная аттестация	Зачет с оценкой (6 семестр)

#### 4. ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Содержание	Представление научного доклада об основных результатах диссертации, подготовленной к защите на соискание ученой степени кандидата наук, и текста диссертации
Результаты проведения итоговой аттестации	Заключение организации о соответствии диссертации критериям, установленным в соответствии с Федеральным законом от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»

Формы самостоятельной работы	Подготовка рукописи диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Подготовка научного доклада по диссертации, представленной к оценке на итоговой аттестации
Объем программы	<b>6 з.е. (216 ак.час.)</b>

## **5. УЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ**

### **5.1. Кадровое обеспечение**

Реализация программы аспирантуры обеспечивается научными и научно - педагогическими работниками, систематически занимающимися научной и научно-методической деятельностью, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы аспирантуры на условиях гражданско-правового договора.

Не менее 60 процентов численности штатных научных и (или) научно-педагогических работников, участвующих в реализации программы аспирантуры, должны иметь ученую степень (в том числе ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской Федерации).

Научные руководители аспирантов имеют ученую степень доктора наук или кандидата наук, осуществляют самостоятельную научно-исследовательскую деятельность по данной научной специальности, имеют публикации по результатам этой научно-исследовательской деятельности в ведущих отечественных и (или) зарубежных рецензируемых научных журналах и изданиях, а также осуществляют апробацию указанных результатов на национальных и международных конференциях.

### **5.2. Учебно-методическое обеспечение**

Реализация программы аспирантуры обеспечивается доступом каждого аспиранта к библиотечным фондам и базам данных Библиотеки академии наук (БАН).

Для обучающихся, научных и научно-педагогических работников обеспечен удаленный доступ к полнотекстовым электронным ресурсам (в том числе международным реферативным базам данных научных изданий) и информационным справочным системам, рекомендованным соответствующими федеральными органами исполнительной власти.

Учебно-методическая и нормативная документация, используемая в образовательном процессе, размещается на сайте Института.



### **5.3. Материально-техническое обеспечение**

Институт располагает материально-технической базой, соответствующей санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренной учебным планом.

Для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также для самостоятельной работы в Институте имеются помещения, которые укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

#### **5.3.1. Оборудование для лекционных занятий:**

- Столы - 8;
- Стулья - 20;
- Доска магнитно-маркерная;
- Персональный компьютер;
- Экран для презентаций;
- Мультимедийный проектор;
- Акустическая система;
- Радиомикрофоны;
- Микшерный пульт

#### **5.3.2. Оборудование для проведения практической подготовки по дисциплине.**

При подготовке диссертации на соискание ученой степени кандидата наук к защите и прохождении практики может быть использовано следующее научное оборудование Института:

**Лаборатория новых неорганических материалов располагает следующим оборудованием:**

##### Синтез:

- реактор для гидротермального синтеза с микроволновым нагревом гидротермального флюида, контролем температуры и давления внутри автоклава и возможностью визуального наблюдения за процессом, максимальные значения температуры и давления 300°C, 30 атм. Monowave 400 (Anton Paar);
- установка для гидротермального синтеза с возможностью перемешивания реакционной среды, отбора проб в процессе синтеза, управления температурой и

давлением в автоклаве с максимальными параметрами по температуре и давлению 600°C, 400 атм (CZL);

- автоклавы для гидротермальной обработки с максимальными параметрами по температуре и давлению 240 °С, и 30 атм., соответственно;

- муфельные печи с возможностью достижения температуры до 1650 °С;

- трубчатая печь для работы при температурах до 1250 °С в различных газовых средах;

- генератор водорода «Спектр-12» (ООО СЦ «ХромоСиб») для создания восстановительной среды при проведении синтеза новых материалов.

#### Анализ:

- гелиевый пикнометр AccuPyc 1330 (Micromeritics);

- измеритель плотности GeoPyc 1360 (Micromeritics);

- система для анализа площади поверхности и исследования пористой структуры материалов ASAP 2020 (Micromeritics);

- хемосорбционный анализатор «Хемосорб» (ООО «Соло», г. Новосибирск) - проведение исследований в режиме термопрограммируемого восстановления ( $H_2 + Ar$ ) и окисления ( $O_2 + He$ ) с максимальной температурой обработки 1000 °С;

- микроскоп сканирующий (растровый) электронный «FEIQuanta 200» с энергодисперсионной приставкой для рентгеноспектрального элементного микроанализа.

**Лаборатория материалов и процессов водородной энергетики располагает следующим оборудованием:**

1. Потенциостат – гальваностат P-20X

2. Потенциостат-гальваностат P-45X с модулем измерения импеданса FRA-24M

3. Спектрометрический UV/VIS абсорбционный измерительный комплекс Ava-Absorbance с модулем измерения спектров диффузного отражения AvaSphere-30-REFL

4. Газовый хроматограф Кристаллюкс-4000M

**Лаборатория литий-ионных технологий располагает следующим оборудованием:**

1. Пилотное оборудование для изготовления литий-ионных аккумуляторов и суперконденсаторов:

Вакуумный миксер 10L (NanjingKingmix)

Намазочная машина (Master)

Прокатный стан (Master)

Ультразвуковая сварка (Branson)

Лазерная сварка (Bulat)

Перчаточный бокс (VacuumAtmospheres)

Лабораторная распылительная сушка DS1500

2. Комплект оборудования для электрических испытаний аккумуляторов, суперконденсаторов и батарей на их основе.

**Лаборатория физики анизотропных материалов располагает следующим оборудованием:**

Оборудование для использования высокого давления (до 20 тыс. атм) при получении новых нанокomпозиционных материалов, включающее прессы и автономные камеры высокого давления

**Лаборатория физики кластерных структур располагает следующим оборудованием:**

1. Автоматизированный малогабаритный ЭПР спектрометр с встроенным частотомером ESR 70-03 XD/2, 2016 г. изготовления, откалиброванный, производства белорусской компании ООО «КБСТ РУ»/УП «КБСТ БГУ» (г. Минск) для проведения исследований в области спектроскопии электронного парамагнитного резонанса, и регистрации сигналов от оборванных связей и точечных парамагнитных дефектов в синтезированных объемных кристаллах твердых тел и наночастицах с поверхностными/объемными дефектами. Он содержит все основные компоненты спектрометров более высокого исследовательского класса, имея при этом меньшие габариты. Тип микроволнового резонатора- прямоугольный (мода H-102). Чувствительность - не менее  $5 \times 10^{10}$  спинов /  $10^{-4}$  Тл. В спектрометре используются те же самые принципы работы, что и в любых ЭПР спектрометрах непрерывной волны. Большинство операций выполняется и контролируется персональным компьютером. Связь пользователя с прибором осуществляется через программный интерфейс. Прибор разработан для практического использования, аналогично любому другому общему лабораторному оборудованию, предназначенному для повседневного применения. Студенты получают навык практической работы с распознаванием тех или иных характерных парамагнитных дефектов со специфическими сигнатурами в выращенных субмикронных кристаллах. Электронный парамагнитный резонанс X- диапазона микроволн (~9 ГГц) является базовым магнетохимическим методом при диагностике металлоорганических комплексов, как синтезированных отдельно, в виде отдельной фазы, так и на поверхности неорганических частиц-хозяев, что является актуальным для дизайна новых многофункциональных материалов и материаловедения будущего.

2. Инфракрасный фурье-спектрометр настольного типа «ИнфралЮМ ФТ-08» производства компании «Люмекс» (Новосибирск), 2014 г. изготовления, для диагностики



состава и типа функциональных групп на поверхности синтезированных наночастиц ГГц собственного решеточного поглощения субмикронных и микронных частиц. Студенты получают навык практической работы с идентификацией и распознаванием тех или иных многоатомных функциональных групп на поверхности кристаллитов и наночастиц, включая, например, алмаз и другие широкозонные кристаллические и аморфные неорганические материалы.

3. Уникальный пресс ДО137Б с усилием до 500 тонн × сила, 1973 г. вып., впоследствии модифицированный и подвергшийся реинновации в 2003 г., производства СССР/Россия для синтеза искусственных субмикронных и микронных кристаллов алмаза методом высоких давлений и температур (рабочее давление до 7-8 ГПа, температура камеры до 1700 °С). Список дополнительного оборудования, размещенного рядом с прессом, включает промышленные установки для смешивания порошков типа «пьяная бочка», вибромельницу, аппарат для рассева порошков, набор из трех пресс-форм, пресс ручной гидравлический ПГР-400, гидростанцию усилием 400 кгс/см<sup>2</sup>, регулятор переменного тока РОТ-160 для быстрого нагрева графитовой камеры с порошком электротокком. Студенты получают уникальный навык практической работы с процессами фазовых переходов в системе графит-алмаз, идущими в присутствии металла-катализатора в условиях максимально приближенных к заводским. Данный метод может быть также использован для синтеза карбидов тугоплавких металлов и композитов металл-алмаз при проектировании ряда инженерных устройств, устойчивых к высоким температурам.

4. Анализаторы лазерные дифракционные для определения размеров частиц в сухих порошках и суспензиях синтезированных субмикронных продуктов методами динамического и статического рассеяния света от компании Malvern Instruments (Великобритания): Zetasizer Nano-ZS, model ZEN3600 и Mastersizer 2000 с двумя приставками Scirocco 2000 S (для измерения размера частиц порошков в потоке переносящего их воздуха) и Hydro 2000 S (для определения распределения частиц по размерам в переносимой их водной среде).

**Центр коллективного пользования «Материаловедение и диагностика в передовых технологиях» при ФТИ им. А.Ф. Иоффе оснащен следующим оборудованием:**

- Высокоразрешающая рентгеновская станция Discover D8, Bruker
- Просвечивающий электронный микроскоп JEM-2100F, Jeol
- Сканирующий электронный микроскоп JEM-7001F, Jeol
- Сканирующий зондовый микроскоп Dimension 3 100, Veeco

- Универсальный вторично-ионный микроанализатор Ion Microanalyzer IMS-7F.

Программа разработана:

г.н.с.-зав.лаб., д.х.н., профессор, чл.-корр. РАН,

Гусаров В.В.