

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**

**1.3.3 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

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 1.3.3 Теоретическая физика (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 часах
<b>1.</b>	<b>Научный компонент</b>		<b>213</b>	<b>7668</b>
1.1.	Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите		209	7524
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>21</b>	<b>756</b>
2.1.	Дисциплины (модули), направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов:		19	684
2.1.1	История и философия науки	реферат, кандидатский экзамен	5	180
2.1.2.	Иностранный язык	кандидатский экзамен	4	144
2.1.3.	Теоретическая физика	кандидатский экзамен	2	72
2.1.4.	Педагогика высшего образования	зачет	2	72
2.1.5.	Численные методы в физике	зачет	2	72
2.1.6.	Физика конденсированного состояния	зачет	2	72
2.1.7.	Физика полупроводников	зачет	2	72
<b>2.2.</b>	<b>Факультативные дисциплины*</b>			
2.2.1.	Нейтринные процессы в астрофизике	зачет	4	144
2.2.2.	ЭПР: основы и применения	зачет	4	144
2.2.3.	Сильные гравитационные поля в астрофизике	зачет	3	108
2.2.4.	Магнетизм конденсированных сред	зачет	3	108
<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</b>
Содержание	Подготовка аспиранта к самостоятельной научно-исследовательской деятельности. Развитие способности самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий. Получение знаний и навыков, необходимых для написания диссертации и дальнейшей научной деятельности
Результаты научной (научно-исследовательской) деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологию исследований в области теоретической физики;</li> <li>- этапы исследовательской деятельности и особенности реализации различных этапов;</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>- тенденции развития физических наук в направлении выбранной тематики научных исследований;</li> <li>- общие принципы теоретической физики;</li> <li>- математические методы обработки результатов эксперимента и оценки точности и погрешности измерения.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ставить и решать научные задачи, обосновывать темы научно-исследовательских работ;</li> <li>- осуществлять критический анализ тенденций развития физических 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 новизны полученных результатов;</li> <li>- пользоваться общими принципами теоретической физики;</li> <li>- использовать в самостоятельной практической научно-исследовательской деятельности основные принципы решения научно-исследовательских задач с учетом последних мировых достижений науки;</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 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 новизны полученных результатов исследований;</li> <li>- принципами постановки научных 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 теоретической физики;</li> <li>- методологией и технологией практической научно-исследовательской деятельности в области теоретической физики по теме диссертации;</li> <li>- методами и программными средствами обработки экспериментальных данных с целью построения математических моделей для исследования;</li> <li>- навыками самостоятельной практической научно-исследовательской деятельности в избранной области теоретической физики (в соответствии с темой диссертации).</li> </ul>
Формы самостоятельной работы аспирантов	<p>Научные исследования и анализ полученных результатов. Написание, оформление и представление диссертации для прохождения итоговой аттестации</p>
<b>3.1.2 Вид научной деятельности</b>	<p><b>Подготовка публикаций и (при необходимости) заявок на охраноспособные РИД, апробация результатов путем участия в конференциях и прочих научных мероприятиях</b></p>
Содержание	<p>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</p>
Результаты научной деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные правила представления и оформления научной информации с учетом соблюдения авторских прав;</li> <li>- типовые требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях;</li> <li>- методологию подготовки научного материала к публикации;</li> <li>- виды и объекты интеллектуальной собственности;</li> <li>- методику оформления заявок на программы для ЭВМ и прочие охраноспособные РИД (при необходимости);</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подготовить результаты исследования к публикации;</li> <li>- представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях;</li> <li>- делать презентации результатов своих научных исследований;</li> <li>- оперировать понятиями и определениями авторского и патентного права;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- составлять заявки на правовую охрану объектов интеллектуальной собственности (при необходимости);</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками публикации и публичного представления результатов научно-исследовательской деятельности;</li> <li>- навыками составления и подачи заявок по правовой охране объектов интеллектуальной собственности (при необходимости).</li> </ul>
<b>Трудоемкость, з.е.</b>	<b>213 з.е. (7668 час.)</b>
<b>3.1.3 Промежуточная аттестация по этапам выполнения научного исследования</b>	зачет с оценкой 1-7 семестры

## 3.2. Образовательный компонент

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

#### ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ

Содержание	<p>1. Общие проблемы философии науки.                  2. Основные этапы общей истории науки                  3. История и философско-методологические проблемы профессионального знания</p>				
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 публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа логики научных рассуждений, философского видения мира как особого способа духовного освоения действительности</li> </ul>				
<b>Трудоемкость, з.е.</b>	<b>5 з.е. (180 ак. час.)</b>				
Объем занятий, час.	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	180	54	54	36	36



<b>Формы самостоятельной работы</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучение материалов по пройденной тематике;</li> <li>- Подготовка к практическим занятиям;</li> <li>- Написание реферата</li> </ul>
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	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>				
Трудоемкость, з.е.	<b>4 ЗЕ (144 час.):</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)				

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Содержание	Основные разделы дисциплины: 1. Теория твердого тела 2. Физика плазмы, астрофизика и атомная физика				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	Аспирант должен продемонстрировать следующие результаты освоения дисциплины: - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; - способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; - способность планировать и организовывать работу по теоретическим проектам, направленным на изучение новых физических эффектов; - способность получать и обрабатывать информацию по новым методам расчетов в области теоретической физики; - способность анализировать и систематизировать научную информацию по современным достижениям в области общей физики и специальных областей физики по теме исследования				
Трудоемкость, з.е.	<b>2 з.е. (72 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	24	-	48	
Формы самостоятельной работы аспирантов	Изучение рекомендованной преподавателем литературы, работа с источниками, подготовка к кандидатскому экзамену				
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	Кандидатский экзамен (6 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>				
Трудоемкость, з.е.	<b>2 з.е. (72 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	36	-	36	-
Формы самостоятельной работы аспирантов	<p>Изучение материалов по пройденной тематике</p> <p>Подготовка заданий самостоятельной работы</p>				
<b>Форма отчетности</b>	Зачет (3 семестр)				

## ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ

Содержание	<p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классические методы численного моделирования течений сплошной среды.</li> <li>2. Современные противопоточные методы численного интегрирования уравнений гидрогазодинамики.</li> <li>3. Метод конечных объемов для гидродинамических расчетов в областях сложной геометрии</li> </ol>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие принципы построения и исследования разностных схем для уравнений в частных производных, применительно как к модельным уравнениям гидрогазодинамики.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;</li> <li>- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основами современных технологий считывания и обработки данных физического эксперимента</li> </ul>				
Трудоемкость, з.е.	<b>2 з.е (72 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	54	-	18	-
Формы самостоятельной работы аспирантов	<p>Изучение материалов по пройденной тематике</p> <p>Подготовка заданий самостоятельной работы</p>				
<b>Форма отчетности</b>	Зачет (2 семестр)				

## ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Содержание	<p>Основные темы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кристаллические и аморфные твердые тела. Методы исследования</li> <li>2. Дефекты кристаллической решетки</li> <li>3. Основы зонной теории кристаллов</li> <li>4. Электронные состояния в твердых телах</li> <li>5. Процессы переноса и теплоемкость твердых тел</li> <li>6. Диамагнетизм, парамагнетизм и ферромагнетизм твердых тел</li> <li>7. Сверхпроводимость</li> <li>8. Оптические свойства твердых тел</li> </ol>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современную литературу в предметной области, позволяющую определить степень оригинальности физического эффекта;</li> <li>- ограничения классических методов расчетов и основные электронные и бумажные информационные ресурсы для поиска новых методов;</li> <li>- названия, тематики, достоинства и недостатки специализированных электронных ресурсов и научных журналов для поиска научной информации</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять какие теоретические расчеты или эксперименты должны быть выполнены для прояснения природы нового эффекта;</li> <li>- выбирать метод расчета, оптимальный для данной теоретической задачи;</li> <li>- выделять среди разнообразной научной информации ключевые пионерские и обзорные работы, содержащие простые объяснения изучаемых физических эффектов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельного объяснения новых физических эффектов на основе данных расчетов и экспериментов;</li> <li>- набором современных методов расчета в исследуемой области теоретической физики;</li> <li>- реализовывать и настраивать схему автоматизации реально существующего эксперимента</li> </ul>				
Трудоемкость, з.е.	<b>2 з.е. (72 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	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>Форма отчетности</b>	Зачет (6 семестр)				

## ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Содержание	<p>Основные темы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Химическая связь и атомная структура полупроводников</li> <li>2. Основы зонной теории полупроводников</li> <li>3. Равновесная статистика электронов и дырок в полупроводниках</li> <li>4. Кинетические явления в полупроводниках</li> <li>5. Рекомбинация электронов и дырок в полупроводниках</li> <li>6. Контактные явления в полупроводниках</li> <li>7. Оптические явления в полупроводниках</li> <li>8. Полупроводниковые структуры пониженной размерности и сверхрешетки</li> </ol>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы, определяющие динамику эволюции Вселенной;</li> <li>- основные процессы, протекавшие на разных стадиях развития Вселенной;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы математического моделирования при решении проблем современной космологии;</li> <li>- самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами современной космологии</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальными разделами физики, необходимыми для изучения и описания процессов, протекавших на разных стадиях развития Вселенной;</li> <li>- научными терминами, основными понятиями и концепциями, необходимыми для понимания специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами современной космологии;</li> <li>- опытом самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами современной космологии</li> </ul>				
Трудоемкость, з.е.	<b>2 з.е. (72 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	36	-	36	-
Формы самостоятельной работы аспирантов	Изучение материалов по пройденной тематике Подготовка заданий самостоятельной работы				
<b>Форма отчетности</b>	Зачет (4 семестр)				

### 3.2.2. Факультативные дисциплины:

#### НЕЙТРИННЫЕ ПРОЦЕССЫ В АСТРОФИЗИКЕ

Содержание	<p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Слабые взаимодействия и нейтрино.</li> <li>2. Осцилляции нейтрино и оценки масс.</li> <li>3. Солнечные нейтрино.</li> <li>4.Сверхновые нейтрино</li> <li>5. Нейтронные звезды и нейтрино.</li> <li>6. Нейтрино ультравысоких энергий.</li> <li>7. Реликтовые нейтрино</li> </ol>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современную литературу в предметной области, позволяющую определить степень оригинальности физического эффекта;</li> <li>- ограничения классических методов расчетов и основные электронные и бумажные информационные ресурсы для поиска новых методов;</li> <li>- названия, тематики, достоинства и недостатки специализированных электронных ресурсов и научных журналов для поиска научной информации;</li> <li>- основные материальные параметры в исследуемой области физики полупроводников;</li> </ul> <p>Выполнять простые численные оценки для возможных величин экспериментально наблюдаемых эффектов</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять, какие теоретические расчеты или эксперименты должны быть выполнены для прояснения природы нового эффекта;</li> <li>- выбирать метод расчета, оптимальной для данной теоретической задачи;</li> <li>- выделять среди разнообразной научной информации ключевые пионерские и обзорные работы, содержащие простые объяснения изучаемых физических эффектов;</li> <li>- определять основную информацию, содержащуюся в экспериментальных графиках.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельного объяснения новых физических эффектов на основе данных расчетов и экспериментов;</li> <li>- набором современных методов расчета в исследуемой области теоретической физики;</li> <li>- реализовывать и настраивать схему автоматизации реально существующего эксперимента;</li> <li>- методами обработки экспериментальных данных и выделения основных трендов из больших массивов измерений</li> </ul>				
Трудоемкость, з.е.	4 з.е. (144 час.)				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	144	54	-	90	-



Формы самостоятельной работы	Изучение материалов по пройденной тематике Подготовка заданий самостоятельной работы
<b>Форма отчетности</b>	Зачет (6 семестр)

## ЭПР: ОСНОВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ

Содержание	<p>Основные темы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение</li> <li>2. Магнитный момент электронной оболочки свободного атома (иона)</li> <li>3. Условия магнитного резонанса</li> <li>4. Классическое поведение магнитного момента в магнитном поле</li> <li>5. Атом водорода в основном состоянии в магнитном поле</li> <li>6. Атом водорода в возбужденных состояниях в магнитном поле</li> <li>7. Случай промежуточного кристаллического поля</li> <li>8. Анизотропный g-фактор</li> <li>9. Анизотропное сверхтонкое взаимодействие</li> </ol>
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современную литературу в предметной области, позволяющую определить степень оригинальности физического эффекта;</li> <li>- ограничения классических методов расчетов и основные электронные и бумажные информационные ресурсы для поиска новых методов;</li> <li>- названия, тематики, достоинства и недостатки специализированных электронных ресурсов и научных журналов для поиска научной информации;</li> <li>- основные материальные параметры в исследуемой области физики полупроводников</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться основными формулами классической электродинамики для оценок величин, характеризующих параметры излучения релятивистских частиц;</li> <li>- выбирать метод расчета, оптимальной для данной теоретической задачи;</li> <li>- выделять среди разнообразной научной информации ключевые пионерские и обзорные работы, содержащие простые объяснения изучаемых физических эффектов;</li> <li>- определять основную информацию, содержащуюся в экспериментальных графиках;</li> <li>- выполнять простые численные оценки для возможных величин экспериментально наблюдаемых эффектов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельного объяснения новых физических эффектов на основе данных расчетов и экспериментов;</li> <li>- набором современных методов расчета в исследуемой области теоретической физики;</li> <li>- реализовывать и настраивать схему автоматизации реально существующего эксперимента;</li> <li>- методами обработки экспериментальных данных и выделения основных трендов из больших массивов измерений</li> </ul>
Трудоемкость, з.е.	<b>3 з.е. (108 час.)</b>

Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
		144	54	-	90
Формы самостоятельной работы аспирантов	Изучение материалов по пройденной тематике Подготовка заданий самостоятельной работы				
<b>Форма отчетности</b>	Зачет (6 семестр)				

## СИЛЬНЫЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ ПОЛЯ В АСТРОФИЗИКЕ

Содержание	<p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение в ОТО и его математический аппарат.</li> <li>2. Сферически-симметричное пространство.</li> <li>3. Гравитационные волны. Метрика Керра.</li> <li>4. Введение в ADM-формализм</li> </ol>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современную литературу в предметной области, позволяющую определить степень оригинальности физического эффекта;</li> <li>- ограничения классических методов расчетов и основные электронные и бумажные информационные ресурсы для поиска новых методов;</li> <li>- названия, тематики, достоинства и недостатки специализированных электронных ресурсов и научных журналов для поиска научной информации;</li> <li>- основные материальные параметры в исследуемой области физики полупроводников</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять, какие теоретические расчеты или эксперименты должны быть выполнены для прояснения природы нового эффекта;</li> <li>- выбирать метод расчета, оптимальной для данной теоретической задачи;</li> <li>- выделять среди разнообразной научной информации ключевые пионерские и обзорные работы, содержащие простые объяснения изучаемых физических эффектов;</li> <li>- определять основную информацию, содержащуюся в экспериментальных графиках;</li> <li>- выполнять простые численные оценки для возможных величин экспериментально наблюдаемых эффектов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельного объяснения новых физических эффектов на основе данных расчетов и экспериментов;</li> <li>- набором современных методов расчета в исследуемой области теоретической физики;</li> <li>- реализовывать и настраивать схему автоматизации реально существующего эксперимента;</li> <li>- методами обработки экспериментальных данных и выделения основных трендов из больших массивов измерений</li> </ul>				
Трудоемкость, з.е.	<b>3 з.е. (108 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	108	14	-	94	-

Формы самостоятельной работы аспирантов	Изучение материалов по пройденной тематике. Подготовка заданий самостоятельной работы
<b>Форма отчетности</b>	Зачет (4 семестр)

## МАГЕНТИЗМ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Содержание	<p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение</li> <li>2. Типы магнитных структур.</li> <li>3. Магнитооптические явления в конденсированных средах.</li> <li>4. Применения магнитных материалов</li> </ol>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современную литературу в предметной области, позволяющую определить степень оригинальности физического эффекта;</li> <li>- ограничения классических методов расчетов и основные электронные и бумажные информационные ресурсы для поиска новых методов;</li> <li>- названия, тематики, достоинства и недостатки специализированных электронных ресурсов и научных журналов для поиска научной информации;</li> <li>- основные материальные параметры в исследуемой области физики полупроводников</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять, какие теоретические расчеты или эксперименты должны быть выполнены для прояснения природы нового эффекта;</li> <li>- выбирать метод расчета, оптимальной для данной теоретической задачи;</li> <li>- выделять среди разнообразной научной информации ключевые пионерские и обзорные работы, содержащие простые объяснения изучаемых физических эффектов;</li> <li>- определять основную информацию, содержащуюся в экспериментальных графиках;</li> <li>- выполнять простые численные оценки для возможных величин экспериментально наблюдаемых эффектов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками самостоятельного объяснения новых физических эффектов на основе данных расчетов и экспериментов;</li> <li>- набором современных методов расчета в исследуемой области теоретической физики;</li> <li>- реализовывать и настраивать схему автоматизации реально существующего эксперимента;</li> <li>- методами обработки экспериментальных данных и выделения основных трендов из больших массивов измерений</li> </ul>				
Трудоемкость, з.е.	<b>3 з.е. (108 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	108	14	-	94	-

Формы самостоятельной работы аспирантов	Изучение материалов по пройденной тематике. Подготовка заданий самостоятельной работы
<b>Форма отчетности</b>	Зачет (4 семестр)

### 3.2.2. Практика

#### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА

Содержание	<p>1. Знакомство с экспериментальным, наблюдательным, аналитическим, технологическим оборудованием, используемым для сбора данных и проверки расчетов в выбранной области теоретической физики (при необходимости и наличии возможности).</p> <p>2. Освоение программных и аппаратных средств сбора, хранения, обработки и визуализации данных, используемых в выбранной научной области.</p>
Результаты Прохождения практики	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы научного оборудования, используемого для сбора данных и проверки расчетов в выбранной области теоретической физики, ключевые характеристики оборудования каждого типа (при необходимости);</li> <li>- назначение и возможности программных и (при наличии) аппаратных средств сбора, хранения, обработки и визуализации данных, используемых в выбранной научной области.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- поставить задачу для разработки или (и) проверки теоретической модели исследователям, работающим на экспериментальном, наблюдательном, аналитическом и технологическом оборудовании (при необходимости);</li> <li>- применять для своей научной работы программные и (при наличии) аппаратные средства сбора, хранения, обработки и визуализации данных, используемые в выбранной научной области.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- первичными навыками подбора оборудования, необходимого для разработки или (и) проверки теоретической модели;</li> <li>- навыками выбора средств сбора, хранения, обработки и визуализации данных, необходимых для своей научной работы и презентации ее результатов;</li> <li>- основными способами обеспечения миграции данных между различными средствами их сбора, хранения, обработки и визуализации.</li> </ul>
Объем	<b>2 з.е. (72 час.)</b>
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 аспирантов	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 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**

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.

**Лекционные аудитории (3 аудитории)** оснащены следующим оборудованием:

- Столы;
- Стулья;
- Доски магнитно – маркерные;
- Мультимедийные проекторы с экранами и (или) мультимедийные LCD панели большого формата;
- Компьютеры.

**Лабораторные помещения** оснащены современным лабораторным оборудованием для выполнения научных исследований.

При наличии обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья такие обучающиеся могут быть обеспечены электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Программу разработал:

г.н.с., заведующий сектором теории оптических и электрических явлений в полупроводниках,  
д-р физ.-мат. наук, Аверкиев Н.С.