

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**

**1.3.1 ФИЗИКА КОСМОСА, АСТРОНОМИЯ**

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 1.3.1 Физика космоса, астрономия (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>213</b>	<b>7668</b>
1.1	Научная деятельность, направленная на подготовку к защите диссертации		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	Физика космоса, астрономия	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	Гамма-астрономия	зачет	2	72
2.1.7	Современная космология	зачет	2	72
<b>2.2</b>	<b>Факультативные дисциплины*</b>			
2.2.1	Физическая кинетика	зачет	4	144
2.2.2	Нейтринные процессы в астрофизике	зачет	4	144
2.2.3	Излучение релятивистских частиц в астрофизике	зачет	3	108
2.2.4	Сильные гравитационные поля в астрофизике	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

3.1.1 Вид научной деятельности	<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	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологию теоретических исследований и наблюдений в области физика космоса, астрономия;</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 наук о физике космоса и астрономии в направлении выбранной тематики научных исследований;</li> <li>- общие законы физики, термодинамики и кинетики вещества в огромном диапазоне температур и плотностей, общую теорию относительности;</li> <li>- методы и инструменты исследовательской деятельности, ее этапы и особенности реализации различных этапов;</li> <li>- математические методы обработки результатов наблюдений и оценки точности и погрешности измерений.</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 наук о физике космоса и астрономии в направлении выбранной тематики научных исследований;</li> <li>- читать, понимать и использовать в своей научной работе оригинальную научную литературу по специальности, для оценки степени новизны полученных результатов;</li> <li>- пользоваться общими законами физики космоса и астрономии в зависимости от конкретных условий;</li> <li>- использовать в самостоятельной практической научно-исследовательской деятельности основные принципы решения научно-исследовательских задач с учетом последних мировых достижений науки и наблюдательных технологий;</li> <li>- критически анализировать и оценивать современные научные</li> </ul>

	<p>достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и наблюдательных задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения;</li> <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 оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и наблюдательных задач в выбранной области физики космоса и астрономии;</li> <li>- навыками разработки и исследования новых проблем на основе общих законов физики космоса и астрономии;</li> <li>- методологией и технологией практической научно-исследовательской деятельности в области физики космоса и астрономии по теме кандидатской диссертации;</li> <li>- методами и программными средствами обработки наблюдательных данных с целью построения математических моделей для исследования задач физики космоса и астрономии;</li> <li>- навыками самостоятельной практической научно-исследовательской деятельности в избранной области физики космоса и астрономии (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	<b>Знать:</b> <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</li> </ul>

	<p>охраноспособные РИД (при необходимости);</p> <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> <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>Объем программы</b>	<b>5 з.е. (180 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем, час	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	180	54	54	36	36

Формы самостоятельной работы	<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</b>	Реферат, 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>Объем программы</b>	<b>4 з.е. (144 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем, час	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	144	-	72	63	9
Формы самостоятельной работы	Изучение материалов по пройденной тематике, подготовка к практическим занятиям, выполнение письменного перевода				
<b>Промежуточная аттестация</b>	Кандидатский экзамен (2 семестр)				



## ФИЗИКА КОСМОСА, АСТРОНОМИЯ

Содержание	<p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Введение в современную физику космоса, астрономию</li> <li>2. Звезды</li> <li>3. Межзвездная среда</li> <li>4. Галактики</li> <li>5. Реликтовое излучение. LCDM–модель эволюции Вселенной</li> </ol>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ключевые методы наблюдательной астрономии;</li> <li>- основные законы, определяющие строение и эволюцию небесных тел;</li> <li>- основные процессы, протекающие в звездах, межзвездной и межгалактической среде;</li> <li>- основы науки о строении и эволюции Вселенной</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы математического моделирования при решении проблем современной физики космоса, астрономии и астрофизики;</li> <li>- самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу;</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 и в различных астрономических и астрофизических объектах;</li> <li>- научными терминами, основными понятиями и концепциями, необходимыми для понимания специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами современной физики космоса, астрономии и астрофизики;</li> <li>- опытом самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы</li> </ul>				
Объем программы	<b>2 з.е. (72 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	38	-	34	
Формы самостоятельной работы	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>Объем программы</b>	<b>2 з.е. (72 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	36	-	36	-
Формы самостоятельной работы	<p>Изучение материалов по пройденной тематике Подготовка заданий самостоятельной работы</p>				
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	Зачет (3 семестр)				

## ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ

Содержание	<p>Основные разделы дисциплины:</p> <p>1. Введение в численные методы.</p> <p>2. Обратные задачи и интервальный анализ</p>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать</b> - основные методы перехода от математической модели к численной, в том числе с неопределенностями как в данных, так и моделях, теоретические подходы при их рассмотрении;</p> <p>- основные техники численного решения алгебраических и трансцендентных уравнений, обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных;</p> <p><b>Уметь</b> - поставить задачу численного решения конкретной проблемы, если она того требует, определить начальные и граничные условия,</p> <p>- провести обработку результатов исследования, обеспечив правильную их интерпретацию и необходимую точность;</p> <p><b>Владеть опытом:</b></p> <p>- подготовки исходных данных, выбора типа инструмента для решения задачи, а также способа обработки результатов, необходимых для получения требуемой точности;</p> <p>- получения содержательной и достоверной информации в процессе решения и по его завершении;</p> <p>- самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с численными методами в физике</p>				
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	<p>Изучение материалов по пройденной тематике</p> <p>Подготовка заданий самостоятельной работы</p>				
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	Зачет (2 семестр)				



## ГАММА-АСТРОНОМИЯ

Содержание	Основные разделы дисциплины: 1. Детектирование космического гамма излучения. 2. Физика источников гамма излучения				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы физической газодинамики, физики космических лучей, физики космической плазмы и теории переноса излучения;</li> <li>- современные подходы к решению полуаналитических и количественных задач астрономии и астрофизики;</li> <li>- основы программирования, методы математической и теоретической физики, основы линейной алгебры и математического анализа;</li> <li>- перечень изданий, включая журналы, материалы конференций и семинаров и т.п., а также ресурсы в сети Интернет, представляющий актуальную информацию по тематике проводимого исследования</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять научное руководство студентами при реализации научных проектов, планировать работу по отдельным частям крупных проектов с учётом сроков исполнения и технических возможностей;</li> <li>- создавать численные и аналитические модели исследуемых объектов, адекватные качеству имеющихся наблюдательных данных;</li> <li>- создавать и отлаживать программы на одном или нескольких языках программирования, численно решать системы обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных;</li> <li>- самостоятельно получать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме планируемого или проводимого исследования</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами современного теоретического и наблюдательного исследования астрономических и астрофизических объектов, в частности техниками детальной обработки и анализа данных орбитальных телескопов;</li> <li>- навыками создания современных численных и аналитических моделей астрономических и астрофизических объектов с учетом нелинейных эффектов, обратных связей, эффектов квантовой механики и теории относительности;</li> <li>- практическими навыками обоснования выбранных методов и средств решения поставленных исследовательских задач</li> </ul>				
Объем программы	2 з.е. (72 час.)				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	36	-	36	-
Формы самостоятельной работы	Изучение материалов по пройденной тематике. Подготовка заданий самостоятельной работы				
Промежуточная аттестация по дисциплине	Зачет (6 семестр)				

## СОВРЕМЕННАЯ КОСМОЛОГИЯ

Содержание	<p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы теории гравитации</li> <li>2. Динамика расширения Вселенной</li> <li>3. Ключевые физические процессы в расширяющейся Вселенной</li> <li>4. Наблюдательная космология</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>				
<b>Объем программы</b>	<b>2 з.е. (72 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	26	-	46	-
Формы самостоятельной работы	<p>Изучение материалов по пройденной тематике</p> <p>Подготовка заданий самостоятельной работы</p>				
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	Зачет (4 семестр)				

### 3.2.2. Факультативные дисциплины:

#### ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

Содержание	Основные разделы дисциплины: 1. Уравнение Больцмана 2. Газодинамика и коэффициенты переноса в разреженном газе 3. Кинетика и теория флуктуаций 4. Кинетика вырожденного электронного газа				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные закономерности, определяющие кинетические коэффициенты вещества;</li> <li>- основные понятия, законы и модели кинетических явлений, протекающих в веществе при различных физических условиях;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы математического расчета кинетических коэффициентов;</li> <li>- самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физической кинетики;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальными разделами физики, необходимыми для исследования кинетических свойств вещества;</li> <li>- научными терминами, основными понятиями и концепциями физической кинетики, необходимыми для понимания специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами изучения кинетики вещества;</li> <li>- опытом понимания качества исследований, относящихся к физической кинетике;</li> <li>- опытом самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами физической кинетики.</li> </ul>				
<b>Объем программы</b>	<b>4 з.е. (144 час.)</b>				
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>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	Зачет (6 семестр)				



## НЕЙТРИННЫЕ ПРОЦЕССЫ В АСТРОФИЗИКЕ

Содержание	<p>Основные темы 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. Нейтрино от сверхновых звезд</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>- основные положения теории электрослабых взаимодействий, физики нейтрино и процессов, происходящих с участием нейтрино;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- описывать и качественно объяснять основные механизмы взаимодействия нейтрино с веществом в астрофизических объектах и в детекторах, регистрирующих космические нейтрино;</li> <li>- применять методы математического описания строения и эволюции астрофизических и космологических объектов, в которых важную роль играют нейтринные процессы, моделировать нейтринные процессы в различных астрофизических объектах и в установках детектирования нейтрино;</li> <li>- самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами нейтринной астрофизики.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальными разделами физики, необходимыми для исследования нейтринных астрофизических процессов;</li> <li>- навыками собственных теоретических вычислений и качественных оценок процессов, происходящих с участием нейтрино;</li> <li>- навыками самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами астрофизики нейтрино, а также понимания качества исследований, относящихся к нейтринной астрофизике</li> </ul>				
<b>Объем программы</b>	<b>4 з.е. (144 час.)</b>				
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>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	Зачет (6 семестр)				

## ИЗЛУЧЕНИЕ РЕЛЯТИВИСТКИХ ЧАСТИЦ В АСТРОФИЗИКЕ

Содержание	<p>Основные разделы дисциплины:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Излучение релятивистских частиц.</li> <li>2. Излучение в среде дисперсий</li> <li>3. Радиационные потери.</li> <li>4. Переходное излучение быстрых частиц</li> </ol>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и законы классической электродинамики, связанные с излучением релятивистских частиц; базовые методы теоретических подходов, применяемых в физике космоса и астрономии для описания процессов излучения быстрых частиц;</li> <li>- основы программирования, методы математической и теоретической физики, основы линейной алгебры и математического анализа</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>- самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с астрофизическими проблемами излучения релятивистских частиц;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понимания качества исследований, относящихся к области излучения релятивистских частиц в физике космоса, астрономии и астрофизике;</li> <li>- самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами излучения релятивистских частиц в физике космоса, астрономии и астрофизике</li> </ul>				
<b>Объем программы</b>	<b>3 з.е. (108 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	108	14	-	94	-
Формы самостоятельной работы	<p>Изучение материалов по пройденной тематике Подготовка заданий самостоятельной работы</p>				
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	Зачет (4 семестр)				

## СИЛЬНЫЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ ПОЛЯ В АСТРОНОМИИ И 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 <math>\Lambda</math>CDM-формализм</li> </ol>				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и законы классической электродинамики, связанные с излучением релятивистских частиц; базовые методы теоретических подходов, применяемых в физике космоса и астрономии для описания процессов излучения быстрых частиц;</li> <li>- основы программирования, методы математической и теоретической физики, основы линейной алгебры и математического анализа</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться основными формулами общей теории относительности для оценок величин, характеризующих сильные гравитационные поля в астрофизике;</li> <li>- самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами сильных гравитационных полей в астрофизике и общей теории относительности;</li> </ul> <p><b>Владеть опытом:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понимания качества исследований, относящихся к области астрофизики сильных гравитационных полей и общей теории относительности;</li> <li>- самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами общей теории относительности и сильных гравитационных полей в астрофизике;</li> <li>- применения пакета прикладных программ Mathematica для аналитических вычислений в рамках общей теории относительности.</li> </ul>				
<b>Объем программы</b>	<b>3 з.е. (144 час.)</b>				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	108	14	-	94	-
Формы самостоятельной работы	<p>Изучение материалов по пройденной тематике Подготовка заданий самостоятельной работы</p>				
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>	Зачет (4 семестр)				



### 3.2.2. Практика

#### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРАКТИКА

Содержание	<p>1. Освоение методов работы с экспериментальным, наблюдательным, аналитическим, технологическим оборудованием, используемым в выбранной научной области.</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 в выбранной научной области, ключевые характеристики оборудования каждого типа;</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>- пользоваться имеющимся в месте прохождения практики научным оборудованием, используемым в выбранной научной области;</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 своей научной работы;</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	Подготовка рукописи диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Подготовка научного доклада по диссертации, представленной к оценке на итоговой аттестации
Объем программы	6 з.е. (216 час.)

#### 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.

Программа разработана:

главный научный сотрудник-заведующий  
сектором теоретической физики,  
д-р физ.-мат. наук, Яковлев Д.Г.