

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 «Порядком разработки программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре», утвержденным решением Ученого совета Института от 04.03.2022 №03/22, 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
1.	Научный компонент		213	7668
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		
2	Образовательный компонент		21	756
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
2.2	Факультативные дисциплины *			
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
2.3	Практика			
2.3.1	Научно-исследовательская практика	зачет с оценкой	2	72
2.4	Промежуточная аттестация по дисциплинам и практике	зачет с оценкой		
3	Итоговая аттестация	заключение по диссертации	6	216
Общий объем программы			240	8640

*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	Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации к защите на соискание ученой степени кандидата наук
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	Знать: - методологию теоретических исследований и наблюдений в области физика космоса, астрономия; - методы организации научно-исследовательской работы; - 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; - тенденции развития наук о физике космоса и астрономии в направлении выбранной тематики научных исследований; - общие законы физики, термодинамики и кинетики вещества в огромном диапазоне температур и плотностей, общую теорию относительности; - методы и инструменты исследовательской деятельности, ее этапы и особенности реализации различных этапов; - математические методы обработки результатов наблюдений и оценки точности и погрешности измерений. Уметь: - ставить и решать научные задачи, обосновывать темы научно-исследовательских работ; - осуществлять критический анализ тенденций развития наук о физике космоса и астрономии в направлении выбранной тематики научных исследований; - читать, понимать и использовать в своей научной работе оригинальную научную литературу по специальности, для оценки степени новизны полученных результатов; - пользоваться общими законами физики космоса и астрономии в зависимости от конкретных условий; - использовать в самостоятельной практической научно-исследовательской деятельности основные принципы решения научно-исследовательских задач с учетом последних мировых достижений науки и наблюдательных технологий; - критически анализировать и оценивать современные научные

	достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и наблюдательных задач, в том числе в междисциплинарных областях; - проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения; - работать со специальными компьютерными программами обработки полученной информации; - использовать современные методы и технологии научной коммуникации. Владеть: - методикой оценки степени научной, технической и технологической новизны полученных результатов исследований; - принципами постановки научно-технических задач и способами их решения; - навыками критического анализа и оценки современных научных достижений, генерирования новых идей при решении исследовательских и наблюдательных задач в выбранной области физики космоса и астрономии; - навыками разработки и исследования новых проблем на основе общих законов физики космоса и астрономии; - методологией и технологией практической научно-исследовательской деятельности в области физики космоса и астрономии по теме кандидатской диссертации; - методами и программными средствами обработки наблюдательных данных с целью построения математических моделей для исследования задач физики космоса и астрономии; - навыками самостоятельной практической научно-исследовательской деятельности в избранной области физики космоса и астрономии (в соответствии с темой кандидатской диссертации)
Формы самостоятельной работы аспирантов	Научные исследования и анализ полученных результатов. Написание, оформление и представление диссертации для прохождения итоговой аттестации
3.1.2 Вид научной деятельности	Подготовка публикаций и (при необходимости) заявок на охраноспособные РИД, апробация результатов путем участия в конференциях и прочих научных мероприятиях
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	Знать: - основные правила представления и оформления научной информации с учетом соблюдения авторских прав; - типовые требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях; - методологию подготовки научного материала к публикации; - виды и объекты интеллектуальной собственности; - методику оформления заявок на программы для ЭВМ и прочие

	охраноспособные РИД (при необходимости); Уметь: - подготовить результаты исследования к публикации; - представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях; - делать презентации результатов своих научных исследований; - оперировать понятиями и определениями авторского и патентного права; - составлять заявки на правовую охрану объектов интеллектуальной собственности (при необходимости); Владеть: - навыками публикации и публичного представления результатов научно-исследовательской деятельности; - навыками составления и подачи заявок по правовой охране объектов интеллектуальной собственности (при необходимости).
Трудоемкость, з.е.	213 з.е. (7668 час.)
3.1.3 Промежуточная аттестация по этапам выполнения научного исследования	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	1. Общие проблемы философии науки. 2. Основные этапы общей истории науки 3. История и философско-методологические проблемы профессионального знания				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	По итогам освоения дисциплины аспирант должен: Знать: - историю развития познавательных программ мировой и отечественной философской мысли, проблемы современной философии науки и основных направлений специализированного знания; - социально-этические аспекты науки и научной деятельности, нормативно-ценностные проблемы философской и научной мысли, вопросы социальной ответственности ученого и формы ее реализации; Уметь: - самостоятельно осмысливать динамику научно-технического творчества в ее социокультурном контексте; - ориентироваться в аксиологических аспектах науки; - воспроизвести теоретическую эволюцию типов рациональности своей науки, гносеологические и философско-методологические проблемы, решаемые видными творцами этих наук на разных этапах их истории; - ориентироваться в ключевых проблемах науки как социокультурного феномена, ее функциях и законах развития, объединяющих научно-методологическую идентичность с мировоззренческой направленностью Владеть: - принципами анализа различных философских концепций науки; - научно-философскими представлениями о природе и научно-образовательных функциях науки как формы общественного сознания; - категориальным аппаратом философии и науки; методологией научного исследования; навыками планирования и осуществления научной деятельности на основе идеалов и норм научности; - навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, практического анализа логики научных рассуждений, философского видения мира как особого способа духовного освоения действительности				
Объем программы	5 з.е. (180 час.)				
Объем занятий, часов	Общий объем, час	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	180	54	54	36	36

Формы самостоятельной работы	- Изучение материалов по пройденной тематике, - Подготовка к практическим занятиям, - Написание реферата
Промежуточная аттестация	Реферат, кандидатский экзамен (2 семестр)

ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Содержание	1. Основы иностранного языка для аспирантов. Лексико-грамматические и стилистические особенности научного стиля текстов на государственном (русском) и на изучаемом иностранном языке. 2. Перевод специализированных текстов научного стиля с иностранного языка на государственный (русский) и с государственного (русского) на иностранный язык.				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	Знать: - базовые понятия грамматического строя, изучаемого иностранного языка; - основные модели словообразования в изучаемом иностранном языке; - общеупотребительную лексику иностранного языка; - лексику общенаучного словаря; - основную терминологическую лексику по своему профилю, Уметь: - общаться на иностранном языке, использовать иностранный язык в профессиональной коммуникации и межличностном общении; - понимать устную монологическую и диалогическую речь на бытовые, социальные и профессиональные темы; - писать деловые письма, отчеты о проведенных экспериментах, тезисы для конференций и статьи для научных журналов на иностранном языке; - самостоятельно работать со специальной литературой на иностранном языке с целью получения профессиональной информации Владеть: - навыками разговорной речи; - основными навыками письменной речи; - навыками профессионального общения; - навыками подготовки презентаций по профессиональной тематике на иностранном языке; - навыками пользования электронными ресурсами для совершенствования знаний иностранного языка и работы с профессионально-ориентированными материалами на иностранном языке; - навыками чтения и перевода специализированных текстов на иностранном языке				
Объем программы	4 з.е. (144 час.)				
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				
Промежуточная аттестация	Кандидатский экзамен (2 семестр)				

ФИЗИКА КОСМОСА, АСТРОНОМИЯ

Содержание	Основные разделы дисциплины: 1. Введение в современную физику космоса, астрономию 2. Звезды 3. Межзвездная среда 4. Галактики 5. Реликтовое излучение. LCDM–модель эволюции Вселенной				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	Знать: - ключевые методы наблюдательной астрономии; - основные законы, определяющие строение и эволюцию небесных тел; - основные процессы, протекающие в звездах, межзвездной и межгалактической среде; - основы науки о строении и эволюции Вселенной Уметь: - применять методы математического моделирования при решении проблем современной физики космоса, астрономии и астрофизики; - самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу; Владеть: - фундаментальными разделами физики, необходимыми для изучения и описания процессов, протекавших на разных стадиях развития Вселенной и в различных астрономических и астрофизических объектах; - научными терминами, основными понятиями и концепциями, необходимыми для понимания специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами современной физики космоса, астрономии и астрофизики; - опытом самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы				
Объем программы	2 з.е. (72 час.)				
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				
Промежуточная аттестация по дисциплине	Кандидатский экзамен (6-й семестр)				

ПЕДАГОГИКА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Содержание	Основные разделы дисциплины: 1. Теория и методика профессиональной педагогики 2. Законодательно-нормативная база высшего образования 3. Педагогические системы в высшем образовании 4. Управление профессиональными образовательными учреждениями 5. Инновационные процессы в развитии высшего образования 6. Постдипломное образование 7. Развитие высшего образования за рубежом 8. Вопросы истории высшего образования				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	Знать: - знание основных понятий общей и профессиональной педагогики, принципов обучения, научных подходов к педагогическому исследованию, возрастных особенностей обучающихся в системе высшего профессионального образования; - знание законодательно-нормативной базы высшего профессионального образования, сущности и принципов управления профессиональным образовательным учреждением; - знание вопросов истории развития высшего профессионального образования в России и за рубежом; - знание общих подходов к формированию содержания высшего профессионального образования; - знание инновационных процессов в развитии высшего профессионального образования и умение использовать их в своей профессиональной деятельности Уметь: - владение навыками изучения педагогической литературы, подготовки сообщения, написания статей на педагогическую тему; - владение различными способами вербальной и невербальной коммуникации; навыками рефлексии, самооценки, самоконтроля Владеть: - умение сравнивать различные концепции развития высшего образования, обучения и воспитания студентов в вузе и вести диалог по проблемам высшей школы				
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 (3 семестр)				

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ

Содержание	Основные разделы дисциплины: 1. Введение в численные методы. 2. Обратные задачи и интервальный анализ				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	Знать - основные методы перехода от математической модели к численной, в том числе с неопределенностями как в данных, так и моделях, теоретические подходы при их рассмотрении; - основные техники численного решения алгебраических и трансцендентных уравнений, обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных; Уметь - поставить задачу численного решения конкретной проблемы, если она того требует, определить начальные и граничные условия, - провести обработку результатов исследования, обеспечив правильную их интерпретацию и необходимую точность; Владеть опытом: - подготовки исходных данных, выбора типа инструмента для решения задачи, а также способа обработки результатов, необходимых для получения требуемой точности; - получения содержательной и достоверной информации в процессе решения и по его завершении; - самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с численными методами в физике				
Трудоемкость, з.е.	2 з.е (72 час.)				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	54	-	18	-
Формы самостоятельной работы	Изучение материалов по пройденной тематике Подготовка заданий самостоятельной работы				
Промежуточная аттестация по дисциплине	Зачет (2 семестр)				

ГАММА-АСТРОНОМИЯ

Содержание	Основные разделы дисциплины: 1. Детектирование космического гамма излучения. 2. Физика источников гамма излучения				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	Знать: - современные методы физической газодинамики, физики космических лучей, физики космической плазмы и теории переноса излучения; - современные подходы к решению полуаналитических и количественных задач астрономии и астрофизики; - основы программирования, методы математической и теоретической физики, основы линейной алгебры и математического анализа; - перечень изданий, включая журналы, материалы конференций и семинаров и т.п., а также ресурсы в сети Интернет, представляющий актуальную информацию по тематике проводимого исследования Уметь: - осуществлять научное руководство студентами при реализации научных проектов, планировать работу по отдельным частям крупных проектов с учётом сроков исполнения и технических возможностей; - создавать численные и аналитические модели исследуемых объектов, адекватные качеству имеющихся наблюдательных данных; - создавать и отлаживать программы на одном или нескольких языках программирования, численно решать системы обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных; - самостоятельно получать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме планируемого или проводимого исследования Владеть: - методами современного теоретического и наблюдательного исследования астрономических и астрофизических объектов, в частности техниками детальной обработки и анализа данных орбитальных телескопов; - навыками создания современных численных и аналитических моделей астрономических и астрофизических объектов с учетом нелинейных эффектов, обратных связей, эффектов квантовой механики и теории относительности; - практическими навыками обоснования выбранных методов и средств решения поставленных исследовательских задач				
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	Основные разделы дисциплины: 1. Основы теории гравитации 2. Динамика расширения Вселенной 3. Ключевые физические процессы в расширяющейся Вселенной 4. Наблюдательная космология				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	Знать: - основные законы, определяющие динамику эволюции Вселенной; - основные процессы, протекавшие на разных стадиях развития Вселенной; Уметь: - применять методы математического моделирования при решении проблем современной космологии; - самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами современной космологии; Владеть: - фундаментальными разделами физики, необходимыми для изучения и описания процессов, протекавших на разных стадиях развития Вселенной; - научными терминами, основными понятиями и концепциями, необходимыми для понимания специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами современной космологии; - опытом самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами современной космологии				
Объем программы	2 з.е. (72 час.)				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	72	26	-	46	-
Формы самостоятельной работы	Изучение материалов по пройденной тематике Подготовка заданий самостоятельной работы				
Промежуточная аттестация по дисциплине	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)	Знать: - основные закономерности, определяющие кинетические коэффициенты вещества; - основные понятия, законы и модели кинетических явлений, протекающих в веществе при различных физических условиях; Уметь: - применять методы математического расчета кинетических коэффициентов; - самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физической кинетики; Владеть: - фундаментальными разделами физики, необходимыми для исследования кинетических свойств вещества; - научными терминами, основными понятиями и концепциями физической кинетики, необходимыми для понимания специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами изучения кинетики вещества; - опытом понимания качества исследований, относящихся к физической кинетике; - опытом самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами физической кинетики.				
Объем программы	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				
Промежуточная аттестация по дисциплине	Зачет (6 семестр)				

НЕЙТРИННЫЕ ПРОЦЕССЫ В АСТРОФИЗИКЕ

Содержание	Основные темы дисциплины: 1. Слабые взаимодействия и нейтрино 2. Осцилляции нейтрино и оценки масс 3. Солнечные нейтрино 4. Нейтрино от сверхновых звезд 5. Нейтронные звезды и нейтрино 6. Нейтрино ультравысоких энергий 7. Реликтовые нейтрино				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	Знать: - основные положения теории электрослабых взаимодействий, физики нейтрино и процессов, происходящих с участием нейтрино; Уметь: - описывать и качественно объяснять основные механизмы взаимодействия нейтрино с веществом в астрофизических объектах и в детекторах, регистрирующих космические нейтрино; - 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; - самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами нейтринной астрофизики. Владеть: - фундаментальными разделами физики, необходимыми для исследования нейтринных астрофизических процессов; - навыками собственных теоретических вычислений и качественных оценок процессов, происходящих с участием нейтрино; - навыками самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами астрофизики нейтрино, а также понимания качества исследований, относящихся к нейтринной астрофизике				
Объем программы	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				
Промежуточная аттестация по дисциплине	Зачет (6 семестр)				

ИЗЛУЧЕНИЕ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЧАСТИЦ В АСТРОФИЗИКЕ

Содержание	Основные разделы дисциплины: 1. Излучение релятивистских частиц. 2. Излучение в среде дисперсий 3. Радиационные потери. 4. Переходное излучение быстрых частиц				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	Знать: - 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; - основы программирования, методы математической и теоретической физики, основы линейной алгебры и математического анализа Уметь: - пользоваться основными формулами классической электродинамики для оценок величин, характеризующих параметры излучения релятивистских частиц; - самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с астрофизическими проблемами излучения релятивистских частиц; Владеть: - понимания качества исследований, относящихся к области излучения релятивистских частиц в физике космоса, астрономии и астрофизике; - самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами излучения релятивистских частиц в физике космоса, астрономии и астрофизике				
Объем программы	3 з.е. (108 час.)				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	108	14	-	94	-
Формы самостоятельной работы	Изучение материалов по пройденной тематике Подготовка заданий самостоятельной работы				
Промежуточная аттестация по дисциплине	Зачет (4 семестр)				

СИЛЬНЫЕ ГРАВИТАЦИОННЫЕ ПОЛЯ В АСТРОНОМИИ И АСТРОФИЗИКЕ

Содержание	Основные разделы дисциплины: 1. Введение в ОТО и его математический аппарат. 2. Сферически-симметричное пространство. 3. Гравитационные волны. Метрика Керра. 4. Введение в ΛCDM-формализм				
Результаты освоения дисциплины (модуля)	Знать: - 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; - основы программирования, методы математической и теоретической физики, основы линейной алгебры и математического анализа Уметь: - пользоваться основными формулами общей теории относительности для оценок величин, характеризующих сильные гравитационные поля в астрофизике; - самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами сильных гравитационных полей в астрофизике и общей теории относительности; Владеть опытом: - понимания качества исследований, относящихся к области астрофизики сильных гравитационных полей и общей теории относительности; - самостоятельного изучения и анализа специальной научной и методической литературы, связанной с проблемами общей теории относительности и сильных гравитационных полей в астрофизике; - применения пакета прикладных программ Mathematica для аналитических вычислений в рамках общей теории относительности.				
Объем программы	3 з.е. (144 час.)				
Объем занятий, часов	Общий объем	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
	108	14	-	94	-
Формы самостоятельной работы	Изучение материалов по пройденной тематике Подготовка заданий самостоятельной работы				
Промежуточная аттестация по дисциплине	Зачет (4 семестр)				

3.2.2. 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	Знать: - 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. Уметь: - 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. Владеть: - 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 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	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.