

Федеральное агентство научных организаций

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.Ф. ИОФФЕ РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК

(ФТИ им. А.Ф. Иоффе)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по науке  
ФТИ им. А.Ф. Иоффе  
д.ф.-м.н. Лебедев С.В.

"24" 06 2015 г.

**Фонд оценочных средств дисциплины**  
Нейтринные процессы в астрофизике  
направление подготовки 03.06.01. Физика и астрономия  
направленность 01.03.02. Астрофизика и звездная астрономия

Квалификация (степень) выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения очная

Санкт-Петербург

2015 г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Разделы фонда оценочных средств

1. Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения дисциплины.
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций.
3. Оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации.

Фонд оценочных средств составлен в соответствии с требованиями ФГОС по направлениям подготовки 03.06.01. Физика и астрономия, направленность 01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия

Программа разработана:

Группой подготовки научных кадров  
Проф., д.ф.-м.н. А.П. Шергин



### 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, КОТОРЫМИ ДОЛЖНЫ ОВЛАДЕТЬ ОБУЧАЮЩИЕСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ООП ВО

Результатом изучения дисциплины Нейтринные процессы в астрофизике является освоение выпускником следующих компетенций: УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.

### 2. ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Для оценки результатов освоения программы дисциплины Нейтринные процессы в астрофизике выделены следующие компетенции:

№	Код компетенции	Показатели	Элемент оценочного средства	Уровни сформированности компетенций			
				Не сформирована (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
<b>Универсальные компетенции</b>							
1.	УК-1- Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>Знать:</i> основные положения теории электрослабых взаимодействий, физики нейтрино и процессов, происходящих с участием нейтрино <i>Уметь:</i> описывать и качественно объяснять основные механизмы взаимодействия нейтрино с веществом в астрофизических объектах и в детекторах,	Зачет	Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии	Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не систематическое и требуют дальнейшего развития	Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием. Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно их устранить	Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в различных условиях. Творческий подход к поставленной задаче

		регистрирующих космические нейтрино <i>Владеть:</i> знаниями о фундаментальных разделах физики, необходимых для исследования нейтринных астрофизических процессов					
--	--	--	--	--	--	--	--

**Общепрофессиональные компетенции**

2.	ОПК-1 – способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационных технологий	<i>Знать:</i> основные понятия, законы и модели астрофизических и космологических объектов, в которых важную роль играют нейтринные процессы <i>Уметь:</i> 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 <i>Владеть:</i> навыками собственных теоретических вычислений и качественных оценок процессов, происходящих с участием нейтрино	Зачет	Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии	Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не систематическое и требуют дальнейшего развития	Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием. Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно их устранить	Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в различных условиях. Творческий подход к поставленной задаче
----	--	---	-------	--	--	---	---

**Профессиональные компетенции**

3.	ПК-1- Способность планировать, организовывать работу по проектам, требующим знания астрофизики и звездной	<i>Знать:</i> современные методы физической газодинамики, физики космических лучей, физики космической плазмы и теории переноса излучения	Зачет	Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии	Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не	Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием.	Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в различных условиях.
----	---	---	-------	--	---	---	---

	астрономии	<p><i>Уметь:</i> осуществлять научное руководство студентами при реализации научных проектов, планировать работу по отдельным частям крупных проектов с учётом сроков исполнения и технических возможностей</p> <p><i>Владеть:</i> Методами современного теоретического и экспериментального исследования астрофизических объектов, в частности техниками детальной обработки и анализа данных орбитальных телескопов</p>			систематическое и требуют дальнейшего развития	Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно устранить их	Творческий подход к поставленной задаче
4	ПК-2- Способность к теоретическому расчету необходимых астрофизических и астрономических величин	<p><i>Знать:</i> современные подходы к решению полуаналитических и количественных задач астрофизики.</p> <p><i>Уметь:</i> создавать численные и аналитические модели исследуемых объектов, адекватные качеству имеющихся наблюдательных данных</p> <p><i>Владеть:</i> навыками создания современных численных и аналитических моделей астрофизических объектов с учётом нелинейных эффектов, обратных связей, эффектов квантовой механики и теории</p>	Зачет	Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии	Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не систематическое и требуют дальнейшего развития	Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием. Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно устранить их	Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в различных условиях. Творческий подход к поставленной задаче

		относительности					
5.	ПК-3 способность к разработке математических моделей, определяющих процессы в астрофизике и звездной астрономии	<p><i>Знать:</i> основы программирования, методы математической и теоретической физики, основы линейной алгебры и математического анализа</p> <p><i>Уметь:</i> создавать и отлаживать программы на одном или нескольких языках программирования, численно решать системы обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных</p> <p><i>Владеть:</i> навыками создания и использования простейших астрофизических кодов</p>	Зачет	Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии	Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не систематическое и требуют дальнейшего развития	Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием. Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно их устранить	Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в различных условиях. Творческий подход к поставленной задаче
6	ПК-4 - Способность получать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования, выбирать и обосновывать методы и средства решения поставленных задач	<p><i>Знать:</i> перечень изданий, включая журналы, материалы конференций и семинаров и т.п., а также ресурсы в сети Интернет, представляющий актуальную информацию по тематике проводимого исследования</p> <p><i>Уметь:</i> самостоятельно получать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме планируемого и/или проводимого исследования</p> <p><i>Владеть:</i> практическими</p>	Зачет	Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии	Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не систематическое и требуют дальнейшего развития	Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием. Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно их устранить	Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в различных условиях. Творческий подход к поставленной задаче

		навыками обоснования выбранных методов и средств решения поставленных исследовательских задач					
--	--	---	--	--	--	--	--

### **3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в виде зачета.

#### **3.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине**

Текущий контроль проходит в виде консультаций с преподавателем, промежуточная аттестация - зачета.

Контрольные вопросы:

1. Основные свойства нейтрино в рамках стандартной модели элементарных частиц: теоретическое описание нейтрино; три поколения нейтрино, четность и зарядовое сопряжение; реакции слабого взаимодействия с участием нейтрино; реакции, используемые при регистрации нейтрино.
2. Калибровочный принцип. Локальные и глобальные калибровочные симметрии. Спонтанное нарушение симметрии. Механизм Хиггса.
3. Характеристики стандартной модели элементарных частиц. Основные положения теории электрослабых взаимодействий.
4. Принципы описания взаимодействий. Распад мюона. Рассеяние нейтрино на электронах. Приближение малых энергий.
5. Волновое описание осцилляций нейтрино в вакууме. Осцилляции трех типов нейтрино и ограничения на квадраты масс. Осцилляции и соотношение неопределенностей.
6. Траектория нейтринных осцилляций с помощью волновых пакетов. Уравнение эволюции для нейтрино. Реакторные эксперименты по поиску нейтринных осцилляций.
7. Распространение нейтрино в среде и осцилляции в веществе. Резонансное усиление осцилляций: эффект Михеева—Смирнова—Вольфенштейна. Астрофизические оценки величины эффекта.
8. Адиабатическое приближение. Осцилляции нейтрино в магнитном поле. Астрофизические оценки величины эффекта.
9. Принципы анализа данных по осцилляциям нейтрино: диаграмма углы смешивания - разница квадратов масс. Оценки осцилляций при прохождении нейтрино сквозь Землю.
10. Описание стандартной модели Солнца, скорости основных реакций и спектр солнечных нейтрино. Теоретические потоки нейтрино.
11. Описание экспериментов с солнечными нейтрино: хлорный эксперимент, галиевые эксперименты, детекторы Камиоканде и Суперкамиоканде, нейтринная обсерватория в Сёдбери (SNO). Решение проблемы солнечных нейтрино.
12. Оценки нейтринных процессов на поздних стадиях эволюции звезд. Переход к фазе гравитационного коллапса. Оценки нейтринных потоков.
13. Основные нейтринные процессы, влияющие на динамику взрыва сверхновой. Понятие нейтриносферы. Стадии взрыва сверхновых и характерные потоки нейтрино. Оценки потоков диффузного фона нейтрино от сверхновых.
14. Характеристики нейтринных импульсов от сверхновой SN 1987A. Анализ данных регистрации нейтрино. Оценки частоты появления сверхновых и планируемые эксперименты по регистрации нейтринных импульсов.

15. Основные нейтринно-ядерные реакции нуклеосинтеза в сверхновых. Синтез элементов тяжелее железа. Бета-процессы, как источники расширения оболочек сверхновых.
16. Характеристика и оценки нейтринных процессов в коре нейтронных звезд. Основные нейтринные процессы в ядрах нейтронных звезд. Режимы быстрого, стандартного и медленного остывания нейтронных звезд. Оценки нейтринных процессов при сверхтекучести нуклонов.
17. Характеристика основных процессов генерации нейтрино ультравысоких энергий. Возможные астрофизические объекты, генерирующие высокоэнергичные нейтрино. Эффект Грейсена—Зацепина—Кузьмина и ограничения на энергии космических нейтрино.
18. Регистрация космических нейтрино сверхвысоких энергий. Теоретические ограничения. Принципы работы современных телескопов для регистрации нейтрино сверхвысоких энергий. Первые результаты эксперимента IceCube («km<sup>3</sup>»).
19. Равновесные процессы слабого взаимодействия. Температура закалки нейтрино и эффективная температура реликтовых нейтрино в настоящее время. Космологические ограничения на массу нейтрино. Понятие о стерильных нейтрино.
20. Первичный нуклеосинтез и отношение плотности барионов к плотности фотонов. Космологические оценки числа типов нейтрино и ограничения на массу нейтрино. Оценки возможностей прямой регистрации реликтовых нейтрино.

### **3.2. Критерии выставления оценок зачета**

По результатам ответа на контрольные вопросы аспирантам выставаются оценки. Результаты зачета определяются оценками «зачет» и «незачет».

- для оценки «зачет» необходимо набрать от 4 до 5 баллов - знания продвинутого или базового уровня, т.е. наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объёме пройденного программного материала, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительных источников информации; наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четкое изложение материала;

- для оценки «незачет» набраны от 0 до 3 баллов - отсутствие знаний или знания порогового уровня, т.е. нет твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов; наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.