

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 научной работе  
ФТИ им. А.Ф. Иоффе  
д.ф.-м.н. Лебедев С.В.

" 23 " 06 2015 г.

**Фонд оценочных средств дисциплины**  
Нейтринные процессы в астрофизике  
направление подготовки 03.06.01. Физика и астрономия  
направленность 01.04.02. Теоретическая физика

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 01.04.02. Теоретическая физика

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> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач <i>Уметь:</i> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских	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 поход к поставленной задаче

		и практических задач <i>Владеть:</i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач теоретической физики, в том числе в междисциплинарных областях					
--	--	--	--	--	--	--	--

**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> методики анализа современных проблем в области физики и астрономии, способы и методы решения теоретических и экспериментальных задач <i>Уметь:</i> критически анализировать проблемы в области физики и астрономии, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических и экспериментальных задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности	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 и организовывать работу по теоретическим проектам, направленным на изучение	<i>Знать:</i> современную литературу в предметной области, позволяющую определить степень оригинальности физического	Зачет	Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии	Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их	Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за	Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в
----	---	--	-------	--	---	---	---

	новых физических эффектов	<p>эффекта</p> <p><i>Уметь:</i> определять, какие теоретические расчеты или эксперименты должны быть выполнены для прояснения природы нового эффекта</p> <p><i>Владеть:</i> навыками самостоятельного объяснения новых физических эффектов на основе данных расчетов и экспериментов</p>			проявление не систематическое и требуют дальнейшего развития	их развитием. Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно их устранить	различных условиях. Творческий поход к поставленной задаче
4	<p>ПК-2-</p> <p>Способность получать и обрабатывать информацию по новым методам расчетов в области теоретической физики.</p>	<p><i>Знать:</i> ограничения классических методов расчетов и основные электронные и бумажные информационные ресурсы для поиска новых методов</p> <p><i>Уметь:</i> выбирать метод расчета, оптимальной для данной теоретической задачи</p> <p><i>Владеть:</i> набором современных методов расчета в исследуемой области теоретической физики</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 поход к поставленной задаче
5.	<p>ПК-3</p> <p>Способность анализировать и систематизировать научную информацию по современным достижениям в области общей физики и специальных областей физики по теме исследования</p>	<p><i>Знать:</i> названия, тематики, достоинства и недостатки специализированных электронных ресурсов и научных журналов для поиска научной информации</p> <p><i>Уметь:</i> выделять среди разнообразной научной информации ключевые пионерские и обзорные работы, содержащие</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 поход к поставленной задаче

		<p>простые объяснения изучаемых физических эффектов</p> <p><i>Владеть:</i> реализовывать и настраивать схему автоматизации реально существующего эксперимента</p>					
6	<p>ПК-4 - навыками поиска и анализа научной информации на специализированных электронных ресурсах. Навыками быстро понимать основное содержание научных статей и выделять непонятные места.</p>	<p><i>Знать:</i> основные материальные параметры в исследуемой области физики полупроводников</p> <p><i>Уметь:</i> определять основную информацию, содержащуюся в экспериментальных графиках. Выполнять простые численные оценки для возможных величин экспериментально наблюдаемых эффектов</p> <p><i>Владеть:</i> методами обработки экспериментальных данных и выделения основных трендов из больших массивов измерений</p>	Зачет	<p>Навыки, умения, знания отсутствуют или нуждаются в существенном развитии</p>	<p>Навыки, умения, знания соответствуют минимальным требованиям, но их проявление не систематическое и требуют дальнейшего развития</p>	<p>Навыки, умения, знания соответствуют основным требованиям, но требуется контроль за их развитием. Необходимы указания на ошибки, способен самостоятельно их устранить</p>	<p>Навыки, умения, знания достаточно высоко развиты. Самостоятельное и качественное решение поставленных задач в различных условиях. Творческий подход к поставленной задаче</p>

### 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.

Перечень контрольных вопросов для зачета

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. Трактовка 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 выставляются 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.