

Правительство Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный университет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Физика нейтрино/ Neutrino physics

Язык(и) обучения:
русский

Трудоёмкость (границы трудоёмкости) в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: _____

Санкт-Петербург

2016

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дать учащимся основные представления о свойствах нейтрино- одного из загадочных объектов физики микромира, нарушающего стройность Стандартной модели элементарных частиц. Дать информацию о слабых процессах, в которых участвует нейтрино. Ознакомить с экспериментальными методами изучения нейтрино и проблемами, стоящими перед исследователями.

1.2. Требования к подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Студент должен быть знаком с основами квантовой физики, слабого взаимодействия и ядерного бета-распада. Он также должен обладать знанием структуры ядра и основных свойств ядер в объёме программы бакалавриата и первых двух семестров магистратуры.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Результатом обучения должны быть следующие знания:

- основные положения Стандартной модели элементарных частиц,
- нейтрино как объект слабого взаимодействия,
- закон сохранения лептонного заряда,
- дуальность нейтрино, типы нейтрино (нейтрино и антинейтрино, Майорановское и Дираковское нейтрино),
- аромат нейтрино, электронное, мюонное и тау-нейтрино,
- нейтринные осцилляции,
- процессы двойного бета-превращения, двухнейтринный и безнейтринный процессы
- основные экспериментальные методы исследования свойств нейтрино

1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий

- лекция в виде преимущественного монолога преподавателя с использованием графических и математических записей у доски (~30 часов),
- лекция-визуализация с использованием оргтехники (презентация слайдов с таблицами и рисунками) и диалоговым обсуждением материала (~8 часов),
- лекция-экскурсия с посещением ПИЯФ НИЦ «КИ» и знакомством с исследовательскими работами, ведущимися сотрудниками института (2 часа).

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																	
Период обучения (модуль)	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа			Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам.раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)			промежуточная аттестация (сам.раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																	
очная форма обучения																	
Семестр 3	30		2					2				8		30		72	2
	1-10		1-10					1-10				1-10		1-10			
ИТОГО	30		2					2				8		30		72	2

Формы текущего контроля успеваемости, виды промежуточной и итоговой аттестации			
Период обучения (модуль)	Формы текущего контроля успеваемости	Виды промежуточной аттестации	Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ			
очная форма обучения			
Семестр 3 магистратуры		Зачёт	

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Основной курс Основная траектория Очная форма обучения

Период обучения (модуль): **Семестр 3 магистратуры**

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
-------	------------------------------------	---------------------	------------------

1	<u>Введение.</u> История открытия нейтрино и место нейтрино в современной модели микромира	Лекция	2
2	<u>Стандартная модель (СМ) элементарных частиц</u> <ul style="list-style-type: none"> • СМ как основополагающая теория строения вещества • Нейтрино в стандартной модели 	Лекция	2
3	<u>Физическая модель описания нейтрино:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Волновые функции, собственные значения • Матрица смешивания (массовые значения, углы смешивания) • Превращения ароматов- осцилляции нейтрино 	Лекция	2
4	<u>Экспериментальные данные о нейтрино:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Масса антинейтрино в экспериментах с тритием и ^{187}Re • Экспериментальные данные, свидетельствующие об осцилляциях нейтрино • Основные характеристики нейтрино из «глобального» анализа данных экспериментов с космическими, солнечными, реакторными и ускорительными нейтрино • Антинейтрино в процессе двойного бета-распада 	Лекции, сам.раб. с использованием метод. материалов	10, 4
5	<u>Нейтрино в процессе захвата орбитального электрона ядром:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Возможности определения массы моно энергетического нейтрино • Возможности поиска майорановских нейтрино в процессе двойного захвата • Осциллометрия моноэнергетических нейтрино 	Лекции, Сам.раб, с использован. метод. материалов	4, 2
6	<u>Методы ядерной и атомной физики в нейтринных исследованиях:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ионные ловушки для ультра-прецизионных измерений разностей масс нуклидов • Криогенная микрокалориметрия для ультра-прецизионного измерения спектра разрядки атома/ядра • Техника детектирования нейтринного 	Лекции, Сам.раб. с использован. метод. материалов	4, 2

	взаимодействия жидкими сцинтилляторами		
7	<u>Заключительная часть.</u> Будущие проекты исследования нейтрино. Ознакомление с проектами в ПИЯФ	Лекции	6

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Студенты прорабатывают с использованием рекомендованной литературы и методических пособий темы, кратко затронутые в лекциях, а также готовят доклады по темам семинаров. В ходе семинарских занятий студенты применяют полученные в ходе лекций знания для решения задач по темам семинаров.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Развернутая программа курса с подготовленными для ряда разделов текстовыми материалами по теме, задачи по темам семинаров

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Текущий контроль включает в себя краткий опрос по ранее изученному материалу в ходе каждой лекции, а также выявление уровня знаний студентов в ходе семинарских занятий. Зачет по курсу выставляется при условии ответа на вопрос из перечня вопросов к зачету, подготовки доклада по темам семинара и решения обязательных задач

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

Ученая степень не ниже кандидата физико-математических наук по специальности физика атомного ядра и элементарных частиц и научная деятельность в области физики ядра и физики нейтрино.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Не требуется

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения лекций: видеопроектор, экран настенный, доска и др. оборудование

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Не требуется

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Фломастеры цветные, маркеры, губки, бумага формата А4, канцелярские товары, картриджи принтеров, диски, флеш-накопители и др. в объёме, необходимом для организации и проведения занятий.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы:

1. S.M. Bilenky. "History of a unique particle". arXiv:2010.3065 (2012).
2. К. Мухин. «Нейтрино вчера, сегодня и завтра». Наука и жизнь, №3-4, с.4-12 (2014).
3. Ю.Г. Куденко. «Нейтринная физика». Природа №11 (2012).

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. K. Blaum, Yu.N. Novikov and G. Werth. "Penning Traps as a Versatile Tool for Precise experiments in Fundamental Physics". Contemporary Physics (London), **51** (2010) pp. 149-175.
2. S. Eliseev, Y.N. Novikov, K. Blaum, "Penning-trap mass spectrometry and neutrino physics", Ann. der Phys. **525** (2013) pp. 707-719.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Не предусмотрено.

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация
Новиков Юрий Николаевич	д.ф.-м.н.	профессор	профессор	Tel: +7813 7146933 , novikov@pnpi.spb.ru

В соответствии с порядком организации внутренней и внешней экспертизы

образовательных программ проведена двухуровневая экспертиза:

первый уровень (оценка качества содержания рабочей программы и применяемых педагогических технологий)		
Наименование кафедры	Дата заседания	№ протокола

второй (соответствие целям подготовки и учебному плану образовательной программы)		уровень
Экспертиза второго уровня выполнена в порядке, установленном приказом		
<i>должностное лицо</i>	<i>дата приказа</i>	<i>№ приказа</i>
Уполномоченный (должностное лицо)	орган	Дата принятия решения
		№ документа

Иные документы об оценке качества рабочей программы

Документ об оценке качества	Дата документа	№ документа

Утверждение рабочей программы

Уполномоченный (должностное лицо)	орган	Дата принятия решения	№ документа