

*Приложение к приказу первого проректора
по учебной и научной работе*

от _____ № _____

**Правительство Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный университет**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Экзотические ядра

Exotic Nuclei

Язык 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 студентам представление о необычных объектах в ядерной физике, показать единство картины микромира и действующих в нём физических законов, развить навыки широко мыслящего исследователя, подготовленного к выполнению ведущих функций в научно-исследовательском процессе.

Эти цели достигаются изучением свойств экзотических ядер, ядерных процессов, нетипичных для основной массы существующих нуклидов, методов получения и исследования необычных ядерных объектов на пучках частиц ускорителей и реакторов с акцентом на использование нестандартных методов экспериментального исследования. Даётся информация о некоторых теоретических основаниях в физике экзотических ядер.

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

Для успешного освоения курса «Экзотические ядра» студент должен быть подготовлен на уровне бакалавриата, должен прослушать курсы основ теории ядра, радиоактивности и взаимодействия ядерного излучения с веществом.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

- иметь представление о свойствах необычных ядерных объектов и ядерных явлений,
- иметь знания о физических основаниях тех или иных необычных явлений, а также о математическом аппарате, с помощью которого можно проводить оценки ожидаемых эффектов,
- знать основные методические принципы и конкретные технические подходы, которые используются в экспериментах с экзотическими нуклидами.

1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий

- лекция в виде преимущественного монолога преподавателя с использованием графических и математических записей у доски (~ 14 часов),
- лекция-визуализация с использованием оргтехники (презентация слайдов с таблицами и рисунками) (~ 14 часов),
- лекция-экскурсия с посещением он-лайн изотоп-сепаратора ИРИС в ПИЯФ НИЦ «КИ» (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 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.)	итоговая аттестация (сам.раб.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
очная форма обучения																		
Семестр 1	30							1					8		4			
Часы/кол. студентов	2-10							2-10					2-10		2-10		31	2
ИТОГО	30							1					8		4		31	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 1		зачет	

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Основной курс Основная траектория Очная форма обучения

Период обучения (модуль): **Семестр 1**

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Введение. Что понимается под экзотическими ядрами? Чем интересны эти объекты в системе знаний о ядре и ядерной материи?	лекции	1
2	Карта нуклидов и ландшафт различных процессов ядерных превращений на ней: 2.1. Границы нуклонной устойчивости ядер. 2.2 Энергии отрыва нейтронов и протонов и определение границ нейтронной и протонной неустойчивости ядер.	лекции	2

	2.3. Границы неустойчивости других процессов распада ядер.		
3	<p>Полные энергии связи (массы) ядер.</p> <p>3.1 Капельные модели (формула Вайцзекера).</p> <p>3.2 Микроскопические формулы масс ядер</p> <p>3.3 Макро-микроскопические подходы в описании энергий связи. Оболочечная поправка В. Струтинского</p>	лекции	1
4.	<p>Экспериментальные методы определения масс нуклидов:</p> <p>4.1 Непрямые методы:</p> <p>4.1.1. Отношение электронного захвата к позитронному излучению,</p> <p>4.1.2. Измерения граничных энергий сплошных бета-спектров (магнитные и полупроводниковые спектрометры).</p> <p>4.1.3. Спектрометрия альфа-частиц.</p> <p>4.1.4. Измерение энергий в бинарных ядерных реакциях.</p> <p>4.2. Прямые методы:</p> <p>4.2.1. Он-лайн масс-спектрометрия.</p> <p>4.2.2. Метод «двойного» циклотрона.</p> <p>4.2.3. Измерения масс в накопительных кольцах релятивистских частиц.</p> <p>4.2.4. Ловушки ионов типа Пеннинга</p>	лекции	6
5	Основные свойства ядер, удалённых от полосы бета-устойчивости (асимметрия поведения энергий отрыва протонов и нейтронов, большие энергии распадов, уменьшающиеся времена жизни).	лекции	1
6.	<p>Распады с испусканием нуклонов на границах нуклонной устойчивости.</p> <p>6.1. Протонная радиоактивность.</p> <p>6.2. Двупротонная радиоактивность.</p> <p>6.3. Двунейтронное испускание.</p>	лекции	3
7.	<p>Запаздывающее испускание частиц.</p> <p>Запаздывающее деление.</p>	лекции	1
8.	Сверхтяжёлые элементы Периодической	лекции	2

	<p>системы Д.И. Менделеева:</p> <p>8.1. Остров стабильности сверхтяжёлых нуклидов: физические предпосылки его существования.</p> <p>8.2. Чем интересны Сверхтяжёлые?</p> <p>8.3. Поиск Сверхтяжёлых в природе.</p> <p>8.4. Синтез Сверхтяжёлых в лабораториях. Реакции слияния ионов.</p> <p>8.5. Расширенная таблица элементов Периодической системы</p>		
9.	<p>Роль экзотических ядер в астрофизических процессах:</p> <p>9.1. Образование химических элементов в природе. Эпохи ядерного горения.</p> <p>9.2. Взрывные процессы в звёздах.</p> <p>9.3. s-, r-, rp- процессы и распространённость тяжёлых элементов во Вселенной.</p> <p>9.4. Уравнение Саха и связь астрофизических параметров взрывов с энергиями отрыва нуклонов.</p>	лекции	6
10.	<p>Методы получения ядер, удалённых от полосы стабильности:</p> <p>10.1. Принципы построения масс-сепараторных систем на пучках ускорителей и реакторов (системы ISOL).</p> <p>10.2. Типы ISOL-систем:</p> <p>10.2.1. Мишени.</p> <p>10.2.2. Ионные источники.</p> <p>10.2.3. Методы доставки продуктов реакций к детекторам</p>	лекции	6
11.	<p>Принципы он-лайн спектроскопии:</p> <p>11.1. Организация он-лайн эксперимента.</p> <p>11.2. Способы идентификации новых нуклидов.</p>	лекция	1

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Студенту предоставляются отски печатных обзорных работ лектора, а также файлы сопроводительных иллюстраций в pdf и ppt-форматах.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Студенты обеспечиваются перечнем вопросов для самостоятельной работы.

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

Аттестация в виде устного экзамена будет оцениваться по бально-рейтинговой системе, способствующей повышению объективности оценки знаний. По этой системе общее максимальное количество баллов – 100, из них за посещение и работу на лекциях – 10 баллов, за работу, выполняемую под руководством преподавателя – 20 баллов, за ответ на вопросы во время промежуточной аттестации – 70 баллов.

Экзаменационный билет содержит два вопроса, на каждый из которых студент должен дать развернутый ответ с необходимыми определениями, иллюстрациями и формулами.

В ходе ответа преподавателем могут быть заданы студенту уточняющие вопросы по билету. На подготовку конспекта ответа по билету отводится не более 1 часа, на обдумывание ответа на дополнительные вопросы не более 10 минут на каждый. В общей сложности ответ студента не должен превышать 40 минут без учета времени на обдумывание дополнительных вопросов.

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

Предлагается одна из следующих методик оценки:

	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	Превосходно
Буквенная система	F FX	E D	C	B	A
Бальная система (100 баллов максимум)	< 30 31-49	50-59 60-70	71-80	81-90	91-100
Болонская система	1 2	3 4	5-7	8-9	10
Бальная система (5 баллов максимум)	2	3	4	5	5 с отличием

А - “Превосходно” – теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

В - “Отлично” – теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному, однако есть несколько незначительных ошибок.

С - “Хорошо” – теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Д - “Удовлетворительно” – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Е - “Посредственно” – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

FX - “Условно неудовлетворительно” – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом дисциплины возможно повышение качества выполнения учебных заданий.

F - “Безусловно неудовлетворительно” – теоретическое содержание дисциплины не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом дисциплины не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий.

Перечень вопросов билетов для проведения промежуточной аттестации студентов.

- Формулы масс ядер.
- Прямые измерения масс нуклидов.
- Непрямые измерения масс нуклидов.
- Карта нуклидов и границы различных типов процессов.
- Особенности свойств экзотических ядер.
- Реакции, используемые для получения экзотических нуклидов.
- Запаздывающие процессы.
- Протонная радиоактивность.
- Способы регистрации протонной радиоактивности.
- Сверхтяжёлые нуклиды.
- Обзор процессов образования элементов в природе
- Астрофизический r - процесс.
- Основные принципы и структура ISOL-систем.
- Параметры ISOL-установок.
- Типы мишеней и ионных источников ISOL-систем.
- Способы идентификации неизвестных нуклидов.
- Организация эксперимента "on-line".

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Анкета-отзыв на дисциплину «Экзотические ядра».

Просим Вас заполнить анкету-отзыв по прочитанной дисциплине. Обобщенные данные анкет будут использованы для ее совершенствования. По каждому вопросу проставьте соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (**обведите** выбранный Вами балл). В случае необходимости впишите свои комментарии.

1. Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в целом?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий _____

2. Насколько Вы удовлетворены общим стилем преподавания?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий _____

3. Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных методических материалов?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий _____

4. Какой из модулей (разделов) дисциплины Вы считаете наиболее полезным, ценным с точки зрения дальнейшего обучения и/или применения в последующей практической деятельности?

Комментарий _____

5. Что бы Вы предложили изменить в методическом и содержательном плане для совершенствования преподавания данной дисциплины?

Комментарий _____

СПАСИБО!

3.2. Кадровое обеспечение

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

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень и/или ученое звание, имеющие опыт планирования и организации учебного процесса, а также главные и ведущие специалисты в этой области.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Требования не предъявляются

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 или компьютерный класс.

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

Для проведения занятия необходимы: видеопроектор, ноутбук, переносной экран. В компьютерном классе должны быть установлены средства MS Office 2007: Word, Excel, PowerPoint и др..

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования:

Рабочие места преподавателя и студентов должны быть оснащены оборудованием не ниже: Pentium III-800/ОЗУ-256 Мб / Video-32 Мб / Sound card – 16bit /Headphones / HDD 80 Гб / CD-ROM – 48x / Network adapter – 10/100/ Мбс / SVGA – 19”

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Каждый обучающийся во время занятий и самостоятельной подготовки должен быть обеспечен рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет и корпоративную сеть факультета. Компьютерный класс должны быть обеспечен комплектом программного обеспечения ORIGIN, SIMION, PACE или ALICE (по возможности).

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, по заявкам преподавателей, подаваемым в установленные сроки.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы.

1. Yu.E. Peninozhkevich. “*Exotic nuclei in Astrophysics*”, Physics of Particles and Nuclei, 2012, Vol. **43**, No. 4, pp. 452–473.
2. В.А. Карнаухов и Л.А. Петров. “*Ядра, удаленные от линии бета-стабильности*”. М., Энергоиздат, 1981.
3. Yu. Oganessian. “*Nuclei in the “Island of Stability” of Superheavy Elements*”, Journal of Physics: Conference Series vol. **337** (2012) 012005.
4. Y. Blumenfeld, T. Nilsson and P. Van Duppen, “*Facilities and methods for radioactive ion beam production*”. Phys. Scripta. T152 (2013) 014023 (24pp).
5. Ю.И. Гусев, В. Гусельников, С.А. Елисеев, Т.В. Конева, Д. Нестеренко, Ю.Н. Новиков, А.В. Попов, М.В. Смирнов, П.Е. Филянин, С.В. Ченмарёв «*Ионные ловушки Пеннинга для высокопрецизионных измерений массы нейтроноизбыточных ядер на реакторе ПИК*», Атомная Энергия 118 (2015), 334-339; Atomic Energy, 118 №6 (2015).

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. Сборник “*Современные методы ядерной спектроскопии.1984*”, под редакцией Б.С. Джелепова. Л., Наука, 1985, стр.140-199.
2. Сборник “*Современные методы ядерной спектроскопии.1986*”, под редакцией Б.С. Джелепова. Л., Наука, 1988, стр. 107-205.
3. Я.М. Крамаровский и В.П. Чечев. “*Синтез элементов во Вселенной*”. М. Наука, 1987.
4. С.М. Поликанов. “*Необычные ядра и атомы*”. М. Наука,1977.

5. K. Blaum, Yu.N. Novikov and G. Werth. "Penning traps as a versatile tool for precise experiments in fundamental physics", Contemporary Physics, Vol. 51, No. 2, March–April 2010, 149–175.

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