

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

от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Основные свойства атомных ядер (ядерные силы)*

*Basic Properties of Atomic Nuclei (Nuclear Forces)*

**Язык(и) обучения**

Русский

Трудоёмкость (границы трудоёмкости) в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: \_\_\_\_\_

Санкт-Петербург

2014

## Раздел 1. Характеристики учебных занятий

### 1.1. Цели и задачи учебных занятий

Формирование у студентов представлений о свойствах сил, действующих между нуклонами в ядрах, и проявлении этих свойств в структуре атомных ядер и процессах рассеяния нуклонов.

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

Знание общего курса физики, основ статистической физики, основ квантовой механики, основных физических свойств атомных ядер, математического анализа и аналитической геометрии в объеме соответствующих курсов физического факультета СПбГУ.

### 1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

ОКБ-3 - владеет культурой мышления, способен к восприятию, обобщению, анализу информации, к постановке цели и выбору путей ее достижения, способен анализировать философские, мировоззренческие, социально и лично значимые проблемы

ПК1 - применять в своей профессиональной деятельности углубленные знания, полученные в соответствии с профилем подготовки.

ПК-2 -использовать знание современных проблем физики и новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности

ПК-3 - уметь ставить задачи теоретических и (или) экспериментальных научных исследований и решать их с помощью соответствующего физико-математического аппарата, современной аппаратуры и информационных технологий

ПК-4 - уметь самостоятельно осваивать новые дисциплины и методы исследований

### 1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий

1. Традиционная лекция – монолог преподавателя.
2. Самоподготовка по методическим материалам.

## 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		

<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>																			
<b>очная форма обучения</b>																			
Семестр 7		30								2				38		2		72	2
		1-10							1-10				1-10		1-10				
<b>ИТОГО</b>		<b>30</b>							<b>2</b>				<b>38</b>		<b>2</b>			<b>72</b>	<b>2</b>

<b>Формы текущего контроля успеваемости, виды промежуточной и итоговой аттестации</b>			
Период обучения (модуль)	Формы текущего контроля успеваемости	Виды промежуточной аттестации	Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)
<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>			
<b>очная форма обучения</b>			
Семестр 7	опрос	зачет	

## 2.2. Структура и содержание учебных занятий

### Основной курс    Основная траектория    Очная форма обучения

Период обучения (модуль): **Семестр 7**

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Общие свойства ядерных сил. Короткодействие и насыщение. Рассеяние нейтронов на протонах при высоких энергиях. Обменное взаимодействие. Понятие о мезонной теории ядерных сил. Силы Вигнера, Майорана, Батлера и Гейзенберга. Спиновая зависимость и нецентральный характер ядерных сил. Многочастичные ядерные силы. Общий вид гамильтониана двухчастичных ядерных сил.	семинары	6
		Самостоятельная работа с использованием методических материалов	7
2	Двухчастичные ядерные силы. Центральные силы и описание взаимодействия между нуклонами с помощью потенциала. Зависимость	семинары	6
		Самостоятельная работа с использованием	7

	ядерного потенциала от спина и скорости. Тензорные силы. Следствия наличия тензорных сил. Реалистические потенциалы.	методических материалов	
3	Свойства дейтрона. Элементарная теория дейтрона. Соотношение между шириной и глубиной потенциальной ямы. Отсутствие возбужденных состояний у дейтрона. Волновая функция дейтрона. Рассеяние электронов на дейтронах.	семинары	6
		Самостоятельная работа с использованием методических материалов	8
4	Рассеяние нейтронов на протонах при низких энергиях. Квантовомеханическое описание рассеяния частиц. Экспериментальные данные об «n-p»-рассеянии при энергиях до 10 МэВ. Вывод формулы для сечения рассеяния. Синглетные и триплетные состояния. Понятие о длине рассеяния и эффективном радиусе действия ядерных сил.	семинары	6
		Самостоятельная работа с использованием методических материалов	8
5	Изобарный спин. Гипотезы о зарядовой симметрии и зарядовой независимости ядерных сил. Зеркальные ядра. Понятие об изоспине. Математический формализм изоспина. Изотопическая инвариантность ядерных сил. Закон сохранения изоспина. Обобщенный принцип Паули. Изоспиновые мультиплеты. Правила отбора по изоспину. Аналоговые состояния изобарных ядер.	семинары	6
		Самостоятельная работа с использованием методических материалов	8

### 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.

##### 3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Развернутая программа курса с подготовленными для ряда разделов текстовыми материалами по теме.

### 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.

Промежуточная аттестация осуществляется на основе одного из вопросов из примерного перечня вопросов к зачету, для подготовки подробного ответа на который студенту предоставляется время для подготовки, а также собеседования по всем разделам курса. Оценка «зачтено» ставится при условии хорошего ответа как на вопрос из предварительного перечня, так и на вопросы в процессе собеседования.

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

*Примерный перечень вопросов к зачету.*

1. Насыщение ядерных сил и обменное взаимодействие нуклонов. Мезонная теория ядерных сил.
2. Феноменологические потенциалы описания взаимодействия нуклонов. Учет зависимости ядерного потенциала от ориентации спинов, скоростей нуклонов и тензорного характера ядерных сил.
3. Элементарная теория дейтрона; размеры дейтрона из теории и опытов по рассеянию электронов.
4. Применение фазового анализа для описания рассеяния нуклонов. Формула сечения рассеяния нейтронов на протонах при низких энергиях. Результаты опытов по рассеянию нейтронов на орто- и параводороде.
5. Зарядовая симметрия и зарядовая независимость ядерных сил. Понятие об изоспине. Изотопическая инвариантность ядерных сил. Закон сохранения изоспина.
6. Изоспин нуклонов и ядер. Классификация состояний ядер по изоспину. Изоспиновые мультиплеты и аналоговые состояния изобарных ядер.

### 3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Не требуется

## **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.

### 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, удовлетворяющие действующим санитарным и противопожарным нормам.

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

Для представления лекционного материала желательно наличие мультимедийного оборудования (ноутбук с операционной системой MS Windows, пакетом MS Office, MathType, TeX2Word, Word2TeX, и выходом в Интернет, проектор, экран, доска).

#### **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 для белой доски, фломастеры цветные, губки, бумага формата А4, канцелярские товары, 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. Барсуков, Олег Александрович. Основы физики атомного ядра. Ядерные технологии / О. А. Барсуков. - М. : Физматлит, 2011. - 559 с.

#### **3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Барретт Р., Джексон Д., Размеры и структура ядер, Киев, «Наукова думка», 1981.
2. Соловьев В.Г., Теория атомного ядра: Ядерные модели, М., «Энергоиздат», 1981.
3. Абрамов А.И., Ядерная физика, М., «Энергоиздат», 1983.
4. P. Navrátil and W.E. Ormand, "Ab initio shell model with a genuine three-nucleon force for the p-shell nuclei", Phys. Rev. C. 2003. V.68, 034305.
5. Machleidt R. Nuclear Forces. Scholarpedia. 2014. V. 9(1). 30710 ([http://www.scholarpedia.org/article/Nuclear\\_Forces](http://www.scholarpedia.org/article/Nuclear_Forces)).
6. Machleidt R., Slaus I. The nucleon - nucleon interaction. Topical Review // J. Phys. G: Nucl. Part Phys. 2001. V. 27. P. R69.
7. Бор О., Моттelson Б., Структура атомного ядра, пер. с англ., т. 1-2, М.: Мир, 1971-77.
8. Михайлов В.М., Крафт О.Е., Ядерная физика Л-д, Изд-во ЛГУ, 1988.
9. Валантэн, Субатомная физика: Ядра и частицы, т.1 и 2, М., «Мир», 1986.
10. Фрауэнфельдер Г., Хенли Э. , Субатомная физика, М., «Мир», 1979.
11. Ширков Ю.М., Юдин Н.П., Ядерная физика, М., «Наука», 1972.
12. Колпаков П.Е., Основы ядерной физики , М., «Просвещение», 1969.

13. Кравцов В.А., Массы атомов и энергии связи ядер, М., «Атомиздат», 1965.
14. Ситенко А.Г., Тартаковский В.К., Лекции по теории ядра, М., «Атомиздат», 1972.
15. H.-W. Hammer, A. Nogga and A. Schwenk. Three-body forces: From cold atoms to nuclei. Rev. Mod. Phys. 2013. V.85. P.197.[arXiv:1210.4273 [nucl-th]].
16. M. Naghdi. Nucleon-Nucleon Interaction: A Typical/Concise Review. 2014 [arXiv:nucl-th/0702078].
17. Мухин, К. Н. Экспериментальная ядерная физика : в 3-х т.: Учебник / К. Н. Мухин. - 7-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2009; и 6-е издание.
18. Легар, Франтишек. Феноменология и анализ данных по рассеянию нуклонов : [Учебное пособие] / Ф. Легар, Е. А. Строковский ; МГУ, Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д. В. Скобельцына. - М. : Университетская книга, 2010. - 210 с.

### 3.4.3 Перечень иных информационных источников.

#### Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация
Сергиенко Василий Александрович	к.ф. -м.н.	доцент	доцент	
Власников Александр Константинович	к.ф. -м.н.		доцент	428-44-97 <a href="mailto:a.vlasnikov@spbu.ru">a.vlasnikov@spbu.ru</a> vlasnik@list.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

Внесение изменений в рабочую программу