

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

от _____ № _____

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Источники нейтронного и синхротронного излучения.

Neutron and synchrotron radiation sources.

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

Передать студентам знания об источниках нейтронного и синхротронного излучения. Показать физические основы работы источников, принципы их действия, эволюцию и перспективы дальнейшего развития с целью использовать полученные навыки в последующей профессиональной деятельности.

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

Для успешного освоения программы дисциплины «Источники нейтронного и синхротронного излучения» студентам необходимо прослушать курсы лекций Общей физики, квантовой механики, основы физики элементарных частиц и Mega-science – научные установки для исследования конденсированных сред, материаловедения, наук о жизни, технологии, медицины.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

В результате освоения дисциплины студенты должны:

- знать физические явления, лежащие в основе работы источников нейтронного и синхротронного излучения;
- знать основные типы источников нейтронного излучения, их характеристики;
- знать основные типы источников синхротронного излучения, их эволюцию, параметры;
- иметь общее представление об основных тенденциях и направлениях развития исследований использованием источников нейтронного и синхротронного излучения.

1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий

- Самостоятельная работа в присутствии преподавателя – 15 часов

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		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ															
очная форма обучения															

Семестр 1 (часы кол.студ.)	30							2			15	21						
	2-10							2-10			2-10	2-10					17	2
ИТОГО	30							2			15	23					17	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		экзамен	

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	Водная лекция 1.1 Рентгеновское излучение 1.2 Основные свойства рентгеновского излучения 1.3 Нейтрон 1.4 Основные свойства нейтрона 1.5 Сходство и различия возможностей нейтрона и рентгеновского излучения для исследования конденсированных сред, материаловедения, наук о жизни, технологи.	лекции	2
2	Физика нейтронных источников 2.1 (alpha, n), (d,n), (p,n) реакции 2.2 реакция (p,n) на тяжелых ядрах 2.3 реакции (gamma, n) 2.4 Физические основы работы ядерного реактора. 2.4.1 Деление ядер. Спонтанное	лекции	4

	деление. Энергия связи нуклона 2.4.2 Цепная реакция		
3	Основные типы ядерных реакторов, их сходства и различия. 3.1 Непрерывного действия 3.1.1 Энергетические 3.1.2 для пучковых экспериментов 3.1.3 для радиационного материаловедения 3.1.4 для медицинских применений (наработка изотопов, пучковая терапия) 3.2 Импульсные	лекции	4
4	Получение нейтронов различных энергий. Основы процессов замедления нейтронов 4.1 тепловые нейтроны 4.2 холодные нейтроны 4.3 ультрахолодные нейтроны		4
5	5.1 Нейтронные источники на основе испарительно-скалывающей реакции (spallation) и мишеней из тяжелых ядер 5.2 Нейтронные источники на основе высокоточных протонных ускорителей низкой энергии и мишеней из легких ядер. 5.3 Лазерная генерация нейтронов на основе мощных лазеров 5.4 Термоядерные источники нейтронов	лекции	4
6	Источники рентгеновского излучения их классификация, история развития 6.1 рентгеновская трубка 6.2 синхротронное излучение	лекции	2
7	7.1 Физические основы ускорения заряженных частиц. 7.2. Основные этапы развития ускорителей. Высоковольтное ускорение. Индукционное ускорение. Принцип резонансного ускорения. Принцип автофазировки. Принцип сильной фокусировки	лекции	4

8	<p>8. Основные типы ускорителей и их особенности.</p> <p>8.1 Классификация ускорителей. Циклические ускорители с постоянным полем (циклотронного типа). Циклотрон и фазотрон. Изохронные циклотроны.</p> <p>8.2 Кольцевые ускорители с постоянным полем (микротрон). Ускорители с постоянным радиусом орбиты. Синхротрон. Особенности электронных синхротронов. Бетатрон.</p>	лекции	2
9	<p>Ускорители как источники синхротронного излучения.</p> <p>Основные типы и эволюция источников</p>	лекции	2
10	Источники СИ первого поколения	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
11	Источники СИ второго поколения	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	4
12	Источники СИ третьего поколения	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	4
13	Источники СИ четвертого поколения. Рентгеновские лазеры на свободных электронах	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	4
14	<p>Обзор современных источников нейтронного и синхротронного излучения</p> <p>13.1 реактор ИЛЛ</p> <p>13.2 реактор ПИК</p> <p>13.3 импульсные источники нейтронов SNS, SINQ, ESS</p> <p>13.4 ESRF - современный источник синхротронного излучения второго поколения</p> <p>13.5 XFEL – лазер на свободных электронах</p>	лекции	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	1
15		Консультация	2

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины студенту предоставляется адаптированная программа курса, содержащая разделы 2 и 3.4 данной Рабочей программы, а также электронная презентация всех лекций в формате PPT или PDF.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Для самостоятельной работы студенты должны обеспечиваться:

- перечнем заданий для самостоятельной работы;

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

Проведение промежуточной аттестации будет осуществляться в виде устного экзамена и оцениваться на основании Балльно-рейтинговой системы. Целями введения балльно-рейтинговой системы являются стимулирование систематической учебной работы студентов в течение всего периода обучения, повышение объективности оценки знаний студентов и мотивация их к систематической самостоятельной работе по изучению дисциплины в течение семестра.

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 привести развернутый конспект с планом ответа, необходимыми определениями, иллюстрациями, формулами и зависимостями. В устной форме студент, пользуясь конспектом, должен связно и исчерпывающе изложить содержание ответа.

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)

Предполагается одна из следующих методик оценки:

	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	Превосходно
Балльная система (100 баллов максимум)	< 30 31-49	50-59 60-70	71-80	81-90	91-100
Балльная система (5 баллов максимум)	2	3	4	5	5 с отличием

Перечень билетов для проведения промежуточной аттестации студентов.

Билет 1.

1. Свойства нейтрона и рентгеновского излучения. Сходство и различия их возможностей для исследования конденсированных сред, материаловедения, наук о жизни, технологи.
2. Коэффициент размножения нейтронов в ядерных реакторах

Билет 2.

1. Получение нейтронов из (α, n) , (d, n) , (p, n) реакций.
2. Замедление нейтронов в ядерных реакторах. Длина замедления.

Билет 3.

1. Реакции (p, n) на тяжелых ядрах и нейтронные источники на основе испарительно-скалывающей реакции (spallation) и мишеней из тяжелых ядер
2. Получение тепловых и холодных нейтронов нейтронов.

Билет 4.

1. Реакции (γ, n)
2. Ультрахолодные нейтроны. Свойства и методы получения.

Билет 5.

1. Физические основы работы ядерного реактора.
2. Принцип сильной фокусировки.

Билет 6.

1. Основные типы ядерных реакторов, их сходства и различия.
2. Принцип автофазировки при ускорении заряженных частиц.

Билет 7.

1. Нейтронные источники на основе высокоточных протонных ускорителей низкой энергии и мишеней из легких ядер.
2. Принцип резонансного ускорения.

Билет 8.

1. Лазерная генерация нейтронов на основе мощных лазеров. Термоядерные источники нейтронов
2. Основные этапы развития ускорителей. Высоковольтное ускорение.

Билет 9.

1. Синхротронное излучение. Его применение для исследования конденсированного состояния вещества
2. Импульсные источники нейтронов на основе испарительно-скалывающей реакции (spallation) и мишеней из тяжелых ядер. Сравнение с источниками на основе ядерных реакторов.

Билет 10.

1. Источники рентгеновского излучения. Их классификация, история развития.
2. Основные принципы ускорения элементарных частиц. Типы ускорителей.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Анкета-отзыв на дисциплину «Mega-science – научные установки для исследования конденсированных сред, материаловедения, наук о жизни, технологии, медицины.»

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 интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, интерактивная доска др. оборудование или компьютерный класс.

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

Для проведения занятия необходимы: видеопроектор, ноутбук, переносной экран. В компьютерном классе должны быть установлены средства MS Office 2007: Word, Excel, PowerPoint и др. (допустима версия MS Office 2003).

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.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Фломастеры цветные, 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. Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ. — М.: Физматлит, 2007. — 672 с.
2. И.И.Гуревич, Л.В.Тарасов. Физика нейтронов низких энергий. "Наука", М. 1965. 506 стр.
3. Н.А. Власов, Нейтроны – М.: Наука, 1971, 551 стр.
4. И. Е. Иродов, Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие /. - 5-е изд., стер. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 256 с

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. И. М. Тернов, В. В. Михайлин, Синхротронное излучение: Теория и эксперимент : научное издание /. - М. : Энергоатомиздат, 1986. - 296 с.
2. Гуревич И.И., Протасов В.П. Нейтронная физика. Москва: Энергоатомиздат, 1997.
3. И.Б. Иссинский, Введение в физику ускорителей заряженных частиц, Курс лекций, Учебное пособие, Дубна, 2012г., 93 стр.
4. Федоров В.В. Нейтронная физика. СПб: Изд-во ПИЯФ, 2004, 334 с.
5. Основы прикладной ядерной физики и введение в физику ядерных реакторов. учебное пособие для вузов. / В. С. Окунев — М. Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010
6. Блан Д. Ядра, частицы, ядерные реакторы, Пер. с франц. - М.: Мир, 1989г. -336с.
7. Синхротронное излучение в спектроскопии : учебное пособие / В. В. Михайлин. — Изд. 2-ое испр. и доп. — М. : Университетская книга, 2011. — 164 с.
8. А. П. Гринберг, Методы ускорения заряженных частиц. - М. ; Л. : Гос. изд-во технико-теоретической лит., 1950. - 384 с

3.4.3 Перечень иных информационных источников

3. Синхротронное и ондуляторное излучение и их применение в спектроскопии, В.В. Михайлин, УФН, 183,№4, (2013) 433-439
4. Пучки нейтронов для терапии, Э.Л. Купленников, А.Н. Довбня, Ю.Н. Телегин, В.А. Цымбал, С.С. Кандыбей. - Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт» (ННЦ ХФТИ), 2011, 31 с.
2. Практическое применение электронных ускорителей, А. С. Алимов, Препринт НИИЯФ МГУ № 2011 – 13/877, (Москва, 2011).

6. X-ray and Neutron Reflectivity: Principles and Applications, Lect. Notes Phys. 770, Eds. Daillant, J., Gibaud, A., Springer, Berlin Heidelberg, 2009.

2. Теоретическая физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие, К.К.Алтунин, М:Директ-Медиа, 2014, 71стр.1.

3. Синхротронное и ондуляторное излучение и их применение в спектроскопии, В.В. Михайлин, УФН, 183,№4, (2013) 433-439

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация (служебный адрес электронной почты, служебный телефон)
Воронин Владимир Владимирович	д.ф.м.н.	-	профессор	vvv@npri.spb.ru