

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

от _____ № _____

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

*Моделирование экспериментальных нейтронных установок и процессов
рассеяния нейтронов*

Simulation of neutron instruments and neutron scattering processes

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

Обучение методам моделирования рассеяния, дифракции и рефлектометрии нейтронов в процессе использования их в экспериментальных нейтронных установках. Основы оптимизации нейтронных установок путем моделирования нейтронных траекторий методом Монте Карло, а также аналитическими методами.

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

Для успешного освоения материала курса студентам необходимо обладать следующими знаниями:

- Основы высшей математики и общей физики в рамках требований высшей школы;
- Основы программирования на базе одного из языков программирования высокого уровня (с/с++, Java);
- Основы метода Монте Карло;
- Пакеты для моделирования нейтронных траекторий методом Монте Карло “McStas” и “Vitess”, установленные на компьютере с одной из ОС по выбору Windows/Mac/Linux;

Базовые понятия теории нейтронного/рентгеновского рассеяния в веществе: Способы получения нейтронов/рентгена, методы регистрации нейтронов/рентгена, дифракция нейтронов/рентгеновского излучения на кристаллах, закон Вульфа-Брегга, построение Эвальда, основы симметрии кристаллов.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

В результате освоения дисциплины студенты должны:

- знать основные методы (численные и аналитические) оптимизации нейтронных / рентгеновских установок для исследования конденсированного состояния вещества;
- понимать метод нейтронных траекторий, используемый при моделировании процессов рассеяния в веществе с помощью программных пакетов “McStas” и “Vitess”;
- уметь разрабатывать модели для проведения численных (виртуальных) экспериментов по рассеянию нейтронов/рентгена в веществе;
- иметь навыки анализа полученных экспериментальных.

1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий

- Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя) (4 часа).
- Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов) (8 часов).
- Практическое занятие в форме расчетов и построения моделей с использованием специализированных программных сред (20 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	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)			итоговая аттестация (сам.раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
очная форма обучения																		
Семестр 3 (часы кол.студ.)	8			24					2		10						44	2
	2-10			2-10					2-10		2-10							
ИТОГО	8			24					2		10						44	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		экзамен	

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Основной курс Основная траектория Очная форма обучения

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

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Основы математического аппарата 1.1. Метод Монте-Карло. 1.2. Генераторы случайных чисел.	лекции	1

	1.3. Компьютерное моделирование случайных величин.		
2	<p>Обзор современных экспериментальных нейтронных инструментов для изучения конденсированного состояния вещества</p> <p>2.1. инструменты для исследований структур на крупных масштабах: малоугловые дифрактометры, рефлектометры;</p> <p>2.2. инструменты для исследований структур на атомных масштабах: порошковые, монокристалльные и время-пролетные дифрактометры;</p> <p>2.3. инструменты для исследований динамических явлений: время-пролетные и трехосные спектрометры.</p>	лекции	1
3	<p>Аналитические методы оптимизации нейтронных инструментов</p> <p>3.1. техника акцепторных диаграмм;</p> <p>3.2. дифрактометры;</p> <p>3.3 спектрометры.</p>	лекции	1
4	<p>Обзор программных пакетов для численных расчетов нейтронных траекторий</p> <p>4.1 McStas;</p> <p>4.2 VITESS;</p> <p>4.3 RESTRAX</p>	лекции	1
5	<p>Основы математического моделирование нейтронных инструментов методом Монте-Карло</p> <p>5.1 Введение в программные пакеты McStas и VITESS</p> <p>5.2 Запуск основных компонентов. Визуализация моделей, контроль параметров.</p> <p>5.3 Источники нейтронов, светимость, мониторы, захват пучка,</p> <p>5.4 Нейтронороды различной геометрии,</p> <p>5.5 Коллимирующие элементы,</p> <p>5.6 Движущиеся оптические элементы,</p> <p>5.7 Монохроматоры:</p> <p>5.8 Моделирование образцов. Файлы .lau, .laz, .sqw, .rfl, .trm. Дополнительный инструментарий пакета VITESS.</p> <p>5.9 Виртуальные эксперименты.</p>	лекции	4
6	<p>Моделирование нейтронных инструментов методом Монте-Карло в программных пакетах McStas и VITESS</p> <p>6.1 Запуск основных компонентов. Визуализация моделей, контроль параметров.</p>	практические занятия	24

	6.2 Источники нейтронов, светимость, мониторы, захват пучка, 6.3 Нейтронотоды различной геометрии, 6.4 Коллимирующие элементы, 6.5 Движущиеся оптические элементы, 6.6 Монохроматоры: 6.7 Моделирование образцов. Файлы .lau, .laz, .sqw, .rfl, .trm. Дополнительный инструментарий пакета VITESS.		
7	Самостоятельная работа под руководством преподавателя 7.1 Построение модели дифрактометра в пакетах McStas и VITESS. 7.2 Построение модели спектрометра в пакетах McStas и VITESS. 7.3 Построение модели рефлектометра в пакетах McStas и VITESS.	практические занятия	10

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 пункты 1.1, 1.7, 2.1.4., 2.2.3, 2.4 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;
- методическими указаниями для использования программных продуктов Vitess и McStas при выполнении заданий.

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 в присутствии 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. Для подготовки к ответу по билету дается

не более 1 часа. Затем, 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 обдумывание ответа на дополнительные вопросы студенту дается не более 10 минут на каждый ответ. В общей сложности ответ студента не должен превышать 40 минут без учета времени на обдумывание дополнительных вопросов.

Методика оценки и система соответствия баллов:

	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

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

Перечень билетов для проведения промежуточной аттестации студентов.

Билет 1.

1. Метод Монте-Карло. Генераторы случайных чисел. Компьютерное моделирование случайных величин;
2. Устройство и принцип работы малоуглового дифрактометра;

Билет 2.

3. Устройство и принцип работы рефлектометра;
4. Устройство и принцип работы порошкового дифрактометра;

Билет 3.

5. Устройство и принцип работы монокристалльного дифрактометра;
6. Устройство и принцип работы время-пролетного дифрактометра;

Билет 4.

7. Устройство и принцип работы время-пролетного спектрометра;
8. Устройство и принцип работы трехосного спектрометра;

Билет 5.

9. Аналитические методы оптимизации нейтронных инструментов:

10. Обзор программных пакетов для численных расчетов нейтронных траекторий: McStas, VITESS, RESTRAX.

Билет 6.

11. Техника Монте Карло для моделирования нейтронных траекторий в программных пакетах McStas и VITESS;
12. McStas и VITESS: Источники нейтронов, светимость, мониторы, захват пучка

Билет 7.

13. McStas и VITESS: Нейтронороды различной геометрии: прямые, эллиптические, параболические, баллистические;
14. McStas и VITESS: Коллимирующие элементы: пластинки, коллиматоры

Билет 8.

15. McStas и VITESS: Движущиеся оптические элементы: прерыватели дисковые, Ферми, селектор скоростей;
16. McStas и VITESS: Монохроматоры: плоские, фокусирующие

Билет 9.

17. McStas и VITESS: Моделирование образцов. Файлы .lau, .laz, .sqw, .rfl, .trm. Дополнительный инструментальный пакет VITESS.
18. McStas и VITESS: Виртуальные эксперименты

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Анкета-отзыв на дисциплину «Моделирование экспериментальных нейтронных установок и процессов рассеяния нейтронов»

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. Компьютерный класс должны быть обеспечен комплектом программного обеспечения VITESS и McStass.

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Фломастеры цветные, губки, бумага формата А4, канцелярские товары, картриджи принтеров, диски, флеш-накопители и др. в объеме, необходимом для организации и проведения занятий, по заявкам преподавателей, подаваемым в установленные сроки.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. Кюркчан А., Смирнова Н., Математическое моделирование в теории дифракции с использованием априорной информации об аналитических свойствах решения, ЛГБТ Медиа Паблишинг, 2014, 226с.
2. Г.В. Фетисов, Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ, (под редакцией Л.А. Асланова) Издательство М.: Физматлит -2007, 672 с.
3. <http://www.mcstas.org/>
4. <http://www.helmholtz-berlin.de/forschung/grossgeraete/neutronenstreuung/projekte/vitess/>
5. <http://neutron.ujf.cas.cz/restrax/>
6. <http://www.paseeger.com/>

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М., Численные методы. М: Наука, 1987
2. Изюмов Ю. А., Черноплеков Н. А. Нейтронная спектроскопия, Москва, Энергоиздат, 1983.
3. Соболев И.М., Основы методов Монте-Карло. М.: Наука, 1980.
4. Б.К.Ванштейн, А.А.Чернов, Л.А.Шувалов. Современная кристаллография. В четырех томах. Т.1. Симметрия кристаллов, методы структурной кристаллографии. Т.2. Структура кристаллов. Т.3. Образование кристаллов. Т4. Физические свойства кристаллов. Издательство „Наука“, Москва, 1979.
5. И.И.Гуревич, Л.В.Тарасов. Физика нейтронов низких энергий. "Наука", М. 1965.
6. А.Келли, Г.Гровс. Кристаллография и дефекты в кристаллах. (перевод с английского) Издательство „Мир“, Москва, 1974.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация (служебный адрес электронной почты, служебный телефон)
Москвин Евгений	к.ф.-м.н.	-	доцент	moskvin_ev@npi.nrcki.ru +7(921) 339-08-20