

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

от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
*Практика по нейтронной физике 2*  
*Experimental practices of Neutron Physics 2*

**Язык(и) обучения**

Русский

Трудоёмкость (границы трудоёмкости) в зачетных единицах: 5

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

Санкт-Петербург

2016

## **Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

### **1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Целью проведения практики является закрепление и углубление теоретических знаний, полученных студентами по дисциплинам, формирующим профессиональные компетенции в рамках профиля «Нейтронная и синхротронная физика», приобретение необходимых практических умений и навыков в соответствии с требованиями к уровню подготовки студентов, предусмотренными в образовательных стандартах. Углубленная профильная подготовка специалистов для работы в качестве научного сотрудника на источниках нейтронного излучения.

Для достижения поставленной цели в рамках научно-исследовательской практики решаются следующие задачи:

Выполнение специально разработанных лабораторных работ на исследовательском реакторе ВВР-М Петербургского Института Ядерной Физики (г. Гатчина) по следующим экспериментальным методикам:

1. Исследование магнитно-ядерной интерференции методом малоуглового рассеяния поляризованных нейтронов в сплаве  $Fe_3O_4$ .
2. Способы получения пучков поляризованных нейтронов.
3. Метод спин-эхо малоуглового рассеяния.
4. Метод спинового эха в малоугловом рассеянии нейтронов для исследования субмикронных неоднородностей и частиц.
5. Метод спинового эха в малоугловом рассеянии нейтронов для исследования биологических объектов.

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

Для успешного освоения программы дисциплины «Практика по нейтронной физике II» студентам необходимо прослушать следующие курсы лекций «Теория взаимодействия нейтронного излучения с веществом», «Малоугловое рассеяние и рефлектометрия нейтронов для исследования слоистых структур, полимеров и коллоидов», «Основы детектирования нейтронного излучения», «Атомная структура вещества: дифракция нейтронного излучения», «Наносистемы и физические основы нанотехнологии».

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

В результате освоения дисциплины студенты должны:

- владеть современными методами анализа структуры и свойств материалов, с использованием нейтронов и синхротронного излучения;
- знать на профессиональном уровне устройство и характеристики типового оборудования каналов нейтронного и синхротронного излучения, иметь навыки постановки физического эксперимента на них.;
- уметь применять на практике фундаментальные знания о физических явлениях, лежащих в основе методов дифракции, малоуглового рассеяния и рефлектометрии, используемых для исследования конденсированного состояния вещества.

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

- Практическое занятие в форме лабораторных работ с расчетами и построением моделей с использованием специализированных программных сред (168 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.)
<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>																		
<b>очная форма обучения</b>																		
Семестр 2 ( часы кол. студ.)								2		76	90	6		6			168	5
								2-10		2-10	2-10	1	1	2-10				
<b>ИТОГО</b>								<b>2</b>		<b>76</b>	<b>90</b>	<b>6</b>		<b>6</b>			<b>168</b>	<b>5</b>

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)
<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>			
<b>очная форма обучения</b>			
Семестр 2		зачет	

### 2.2. Структура и содержание учебных занятий

#### Основной курс Основная траектория Очная форма обучения

##### Период обучения: Семестр 2

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Инструктаж по технике безопасности работы на реакторе ВВР-М. Сдача	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	5

	экзамена по технике безопасности.	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	6
2	<p>Изучение экспериментальных основ рассеяния поляризованных нейтронов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ознакомление с режимом использования поляризованных нейтронов установки малоуглового рассеяния «Вектор»;</li> <li>• Измерение интенсивности рассеяния от образца сплава <math>Fe_3O_4</math> с поляризацией по полю и против поля;</li> <li>• Формулировка выводов о ядерно-магнитном интерференционном вкладе в рассеяние поляризованных нейтронов;</li> </ul>	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	11
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	9
3	<p>Изучение экспериментальных основ метода спин-эхо малоуглового рассеяния нейтронов – СЭМУРН;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ознакомление с установкой СЭМУРН и ее программным обеспечением SESANS;</li> <li>• Проведение настройки установки СЭМУРН;</li> <li>• Проведение измерений образца, характеризующегося субмикронными неоднородностями в объеме, визуализация полученных данных и оценка погрешности;</li> <li>• Проведение анализа полученных данных в рамках предполагаемой модели, выводы об исследованном образце;</li> </ul>	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	11
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	9
4	<p>Изучение ряда примеров получения пучков поляризованных нейтронов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Изучить основные способы измерения поляризации нейтронных пучков;</li> <li>• Изучить теоретические основы работы устройств, управляющих направлением поляризации нейтронных пучков;</li> <li>• Ознакомиться с установкой трехмерного анализа поляризации на реакторе ВВР-М;</li> <li>• С помощью установки измерить поляризацию нейтронного пучка при наличии и отсутствии ведущего поля;</li> </ul>	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	10

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Измерить зависимость поляризации от величины ведущего поля и выбрать значение для адиабатического прохождения поляризации;</li> <li>• Изучить поворот поляризации полем соленоида при прохождении пучка нейтронов вдоль и перпендикулярно его оси;</li> <li>• Настроить соленоид с полем, перпендикулярным пучку, в качестве флиппера, переворачивающего поляризацию на <math>180^\circ</math>.</li> </ul>	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10
5	<p>Изучение экспериментальных основ метода спин-эхо малоуглового рассеяния нейтронов – СЭМУРН для исследования биологических объектов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проведение настройки установки СЭМУРН;</li> <li>• Проведение измерений биологических объектов с заданной формой рассеивающих частиц, визуализация полученных данных и оценка погрешности;</li> <li>• Проведение анализа полученных данных в рамках предполагаемой модели, выводы об исследованном образце;</li> </ul>	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	10
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10
6	Защита отчетов по лабораторной работе «Изучение экспериментальных основ рассеяния поляризованных нейтронов»	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	11
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	9
7	Защита отчетов по лабораторной работе «Изучение экспериментальных основ метода спин-эхо малоуглового рассеяния нейтронов – СЭМУРН для исследования образцов с субмикронными неоднородностями»	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	11
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	9
8	Защита отчетов по лабораторной работе «Установка трехмерного анализа поляризации на реакторе ВВР-М»	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	11
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10
9	Защита отчетов по лабораторной работе «Изучение экспериментальных основ	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	10

	метода спин-эхо малоуглового рассеяния нейтронов – СЭМУРН для исследования биологических объектов»	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	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 разделы 2, 3.1 и 3.4 данной Рабочей программы, а также комплект описания Лабораторных работ

##### 3.1.2. Методическое обеспечение самостоятельной работы

Учебное пособие, содержащее описания соответствующих лабораторных работ с последовательным изложением теоретического материала, примерами выполнения типовых экспериментов, задачами лабораторных работ предназначенных для самостоятельного решения.

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

Промежуточная аттестация проводится на основании Защиты отчетов учащихся, которые оформляются в виде презентации и докладываются на семинаре кафедры.

Оценка выполненных лабораторных работ осуществляется в рамках рейтинговой системы (5.0 баллов) по следующим показателям:

- Владение теоретическим материалом по выполняемой лабораторной работе.
- Работа с различными источниками научной информации.
- Выполнение работы в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
  - Самостоятельность и грамотность в настройке и согласовании работы различных узлов экспериментальной установки;
  - Проведение опытов в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов;
  - Соблюдение правил техники безопасности
  - Оформление отчётов по работе в соответствии с требованиями, степень выполнения всех расчётов, построение графиков, правильность расчета погрешностей.
  - Ответы на дополнительные вопросы.
  - Представление отчета в срок.

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

Предполагается следующая методика оценки:

Балл	Критерии оценки (содержательная характеристика)
«0»	Работа не выполнена или выполнена не полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки в формулировках, неспособен ответить на дополнительные вопросы.
«1»	Работа выполнена полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки в формулировках, неспособен ответить на дополнительные вопросы.
«2»	Работа выполнена полностью. Студент не владеет теоретическим материалом,

	допуская ошибки по сущности рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировках, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.
«3»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировках и аргументации выводов, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
«4»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при изложении теории, формулирует и дает обоснования собственным выводам, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
«5»	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при изложении теоретических вопросов, формулирует и дает обоснования собственным выводам, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.

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

**Анкета-отзыв** на дисциплину «Практика по синхротронной физике»

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 проведению практики 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

Предусмотрено привлечение дополнительного персонала (инженеры научные сотрудники), обслуживающего экспериментальные установки.

## 3.3. Материально-техническое обеспечение

### 3.3.1. Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Занятия должны проводиться на исследовательских нейтронных и синхротронных линиях. Защита отчетов по лабораторным работам проводится в аудитории, оборудованной демонстрационными устройствами.

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

Аудитория должна быть оснащена мультимедийным оборудованием (видеопроектор, ноутбук, экран). В компьютерном классе должны быть установлены средства MS Office 2007: Word, Excel, PowerPoint и др. (допустима версия MS Office 2003), математические пакеты Origin, MathCad, Mathematica, MathLab.

### 3.3.3. Характеристики специализированного оборудования

Рабочие места студентов должны быть оснащены экспериментальным оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ.

### 3.3.4. Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется.

### 3.3.5. Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Весь перечень необходимых материалов предоставляется принимающим штатом, обслуживающим и работающим на экспериментальных линиях источника синхротронного излучения.

## 3.4. Информационное обеспечение

### 3.4.1. Список обязательной литературы

1. Теоретическая физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие, К.К. Алтунин, М: Директ-Медиа, 2014, 71стр.1. Синхротронное и ондуляторное излучение и их применение в спектроскопии, В.В. Михайлин, УФН, 183, №4, (2013) 433-439
2. Практическое применение электронных ускорителей, А. С. Алимов, Препринт НИИЯФ МГУ № 2011 – 13/877, (Москва, 2011).
3. 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.
4. Синхротронное излучение в спектроскопии : учебное пособие / В. В. Михайлин. — Изд. 2-ое испр. и доп. — М. : Университетская книга, 2011. — 164 с.
5. Сопоставление нейтронного выхода классических и сферических ТОКАМАКОВ, П.Р. Гончаров, Б.В. Кутеев, А.А. Голиков, В.Э. Лукаш, Р.Р. Хайрутдинов, Ю.С. Шпанский,



- В.Ю. Сергеев, А.С. Быков, М.П. Грязневич, ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2011 вып.2, 36-43.
6. Д.И. Свиргун, Л.А. Фейгин, Рентгеновское и нейтронное малоугловое рассеяние, - М.: Наука, Главная редакция Физ-Мат Литературы, 1986 – 278 с.
7. Фетисов Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ. — М.: Физматлит, 2007. — 672 с.
8. И.И. Гуревич, Л.В. Тарасов. Физика нейтронов низких энергий. "Наука", М. 1965.
9. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2005. 416 с
10. И.И. Гуревич, Л.В. Тарасов. Физика нейтронов низких энергий. "Наука", М. 1965.
11. Ю.А. Изюмов, В.Е. Найш, Р.П. Озеров. Нейтронография магнетиков. "Атомиздат", М. 1981
12. Ю.А. Изюмов, Н.А. Черноплёков. Нейтронная спектроскопия.

#### 3.4.2. Список дополнительной литературы

1. Григорьева Н.А., Петухов А.В., Вруге Г.Я. Неразрушающие методы исследования структуры наноматериалов. Учебно-методическое пособие, С.-Петербург, изд.«СОЛО», 2011, 79с.
2. А.А. Eliseev, А. V. Lukashin, S.V. Grigoriev Magnetic Nanopatterned Films, in Leading-Edge Materials Science Research, Ed. Paul W. Lamont, Nova Science Publishers, 2008, pp. 245-276
3. Остерман, Л.А., Методы исследования белков и нуклеиновых кислот: Электрофорез и ультрацентрифугирование. 1981, Москва: Наука. 288.

#### 3.4.3. Перечень иных информационных источников

Не предусмотрено

### Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация (служебный адрес электронной почты, служебный телефон)
Москвин Евгений Владимирович	к.ф.м.н.		доцент	emoskvin@gmail.com +7-921-3390820