

*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 и синхротронной физике*  
*Experimental practices of Neutron and Synchrotron Physics*

**Язык(и) обучения**

Русский

Трудоёмкость (границы трудоёмкости) в зачетных единицах: 3

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 и синхротронного излучений.

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

- Выполнение специально разработанных лабораторных работ на исследовательском источнике нейтронного излучения – импульсном реакторе ИБР-2М Объединённого института ядерных исследований (Дубна, Московская область, ул. Жолио-Кюри, д. 6) по следующим экспериментальным методикам:

1. Метод дифракции поляризованных нейтронов для исследования магнитных кристаллов на импульсном реакторе ИБР-2М.
2. Метод порошковой нейтронной дифракции для анализа магнитной структуры материалов на импульсном реакторе ИБР-2М.
3. Метод малоуглового рассеяния поляризованных нейтронов для исследования магнитных наноструктур на импульсном реакторе ИБР-2М.
4. Метод рефлектометрии поляризованных нейтронов для исследования магнитных наноструктур на импульсном реакторе ИБР-2М.
5. Метод рефлектометрии синхротронного излучения в скользящей геометрии для исследования слоистых структур на источнике синхротронного излучения КИСИ.
6. Методы дифракции СИ в белковой кристаллографии на источнике синхротронного излучения КИСИ.

- Защита отчетов о проведении лабораторных работ в рамках научно-практической конференции (школы).

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

Для успешного освоения программы дисциплины «Практика по нейтронной синхротронной физике» студентам необходимо прослушать следующие курсы лекций «Теория взаимодействия синхротронного (рентгеновского) и нейтронного излучения с веществом», «Малоугловое рассеяние и рефлектометрия нейтронов и синхротронного излучения для исследования слоистых структур, полимеров и коллоидов», «Основы детектирования нейтронного и синхротронного излучений», «Атомная структура вещества: дифракция нейтронного и синхротронного 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 рассеяние 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 (97 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 3 ( часы кол.студ.)					36				1			60	6		5								2-10				2-10			2-10	1		1		97	<b>ИТОГО</b>					<b>36</b>				<b>1</b>			<b>60</b>			<b>5</b>		<b>97</b>																		<b>3</b>
					2-10				2-10			2-10	1		1		97	<b>ИТОГО</b>					<b>36</b>				<b>1</b>			<b>60</b>			<b>5</b>		<b>97</b>																		<b>3</b>																		
<b>ИТОГО</b>					<b>36</b>				<b>1</b>			<b>60</b>			<b>5</b>		<b>97</b>																		<b>3</b>																																				
																	<b>3</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 3		зачет	

#### 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	Инструктаж по технике безопасности работы на источниках синхротронного (рентгеновского) излучения и сдать экзамен	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
2	Методики исследования материалов на импульсных источниках	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	5
3	Оборудование и приборы, которыми оснащаются современные источники нейтронного излучения на примере реактора ИБР-2М	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	5
4	Дифракция нейтронов на ориентированных многослойных мембранах в реальном времени	Лабораторная работа	6
5	Моделирование прототипов нейтронных спектрометров. Использование VITESS software package.	Лабораторная работа	5
6	Исследование кристаллической и магнитной структуры сложных оксидных мультиферроиков при высоком давлении.	Лабораторная работа	5
7	Работа на рефлектометре REFLEX. Расчёт параметров спин-эхо спектрометра, проектируемого на источнике ИБР-2.	Лабораторная работа	5
8	Приведение данных по нейтронной дифракции, полученных на фурье-дифрактометре высокого разрешения HRFD в ОИЯИ (г. Дубна), к виду, готовому для обработки в пакете FullProf.	Лабораторная работа	5
9	Измерение третичной структуры глобулярных и фибриллярных белков методом малоуглового рассеяния нейтронов	Лабораторная работа	5
10	Определение эффективности многодетекторной системы	Лабораторная работа	5
11	Малоугловое рассеяние на полидисперсных коллоидных системах: магнитные жидкости.	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	5

12	Определение структурных параметров поверхности и слоистых систем методом нейтронной рефлектометрии.	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	5
13	Детекторы нейтронов на импульсных источниках	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	5
14	Применение компьютерной системы проектирования Quartus II для разработки типовых логических модулей системы сбора и накопления данных нейтронных спектрометров с использованием программируемых логических матриц ALTERA.	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	5
15	Защита отчетов по лабораторной работе «Дифракция нейтронов на ориентированных многослойных мембранах в реальном времени»	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	4
16	Защита отчетов по лабораторной работе «Моделирование прототипов нейтронных спектрометров. Использование VITESS software package»	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	4
17	Защита отчетов по лабораторной работе «Исследование кристаллической и магнитной структуры сложных оксидных мультиферроиков при высоком давлении»	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	4
18	Защита отчетов по лабораторной работе «Работа на рефлектометре REFLEX. Расчёт параметров спин-эхо спектрометра, проектируемого на источнике ИБР-2»	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	4
19	Защита отчетов по лабораторной работе «Приведение данных по нейтронной дифракции, полученных на фурье-дифрактометре высокого разрешения HRFD в ОИЯИ (г. Дубна), к виду, готовому для обработки в пакете FullProf»	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	4
20	Защита отчетов по лабораторной работе «Измерение третичной структуры глобулярных и фибриллярных белков методом малоуглового рассеяния нейтронов»	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	4
21	Защита отчетов по лабораторной работе «Определение эффективности многодетекторной системы»	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	4

### 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 Конференции по использованию рассеяния нейтронов и синхротронного излучения в конденсированных средах (РНСИ-КС), либо на семинаре кафедры. Конференция РНСИ-КС проводится на базе Физического факультета во вторую неделю практики.

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 существу 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

Каждый обучающийся во время занятий и самостоятельной подготовки должен быть обеспечен рабочим местом в компьютерном классе с комплектом программного обеспечения VITESS и McStass.

### 3.3.5 Перечень и объемы 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. Д.И. Свиргун, Л.А. Фейгин, Рентгеновское и нейтронное малоугловое рассеяние, - М.: Наука, Главная редакция Физ-Мат Литературы, 1986 – 278 с.
2. Фетисов Г. В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ. — М.: Физматлит, 2007. — 672 с.

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



4. 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)
Григорьева Наталья Анатольевна	к.ф.м.н.	-	доцент	<a href="mailto:natali@lns.pnpi.spb.ru">natali@lns.pnpi.spb.ru</a> +7-921-7469488
Авдеев Михаил Васильевич	д.ф.м.н.		профессор	m.avdeev@spbu.ru +8-915-2303846