

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

от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
*Практика по синхротронной физике*  
*Experimental practices of 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 синхротронного (рентгеновского) излучения.

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

- Выполнение специально разработанных лабораторных работ на исследовательском источнике синхротронного излучения Научного исследовательского центра "Курчатовский институт" (г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1) по следующим экспериментальным методикам:

1. Метод порошковой синхротронной и рентгеновской дифракции для структурного анализа материалов на источнике синхротронного излучения КИСИ.
2. Метод монокристалльной синхротронной и рентгеновской дифракции для структурного анализа материалов на источнике синхротронного излучения КИСИ.
3. Метод малоугловой дифракции синхротронного излучения на источнике синхротронного излучения КИСИ.
4. Рентгеновская спектроскопия поглощения - EXAFS спектроскопия на источнике синхротронного излучения КИСИ.
5. Метод рефлектометрии синхротронного излучения для исследования слоистых структур 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 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 синхротронного излучения;
- знать на профессиональном уровне устройство и характеристики типового оборудования каналов 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 (96 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.)		
<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>																	
<b>очная форма обучения</b>																	
Семестр 2								2			26	42	33		5		
(____ часы кол. студ.)								2-10				2-10	1		1		70
<b>ИТОГО</b>								<b>2</b>			<b>26</b>	<b>42</b>	<b>33</b>		<b>5</b>		<b>4</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 (модуль): **Семестр 2**

№ 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 с использованием методических материалов	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	1
2	Спектроскопия поглощения рентгеновских лучей. Вейвлет-анализ спектров EXAFS.	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	3
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	1
3	Структурные исследования модельных биологических систем на станции «ДИКСИ» синхротронного источника «Сибирь-2»	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
4	Получение трехмерных наборов дифракционных данных от кристаллов макромолекул с использованием синхротронного излучения, на примере кристаллов бетагалактозидазы	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	3
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	1
5	Монохроматическая рентгеновская микротомография на синхротронном источнике	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2

6	Определение размеров наночастиц в коллоидных растворах методом малоуглового рассеяния рентгеновских лучей.	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	3
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
7	Исследование слоистых систем методами рентгеновской рефлектометрии и стоячих рентгеновских волн (Ст. Ленгмюр)	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	1
8	Получение рентгенограммы микрообразца на порошковом дифрактометре станции "Медиана"	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	3
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
9	Получение и анализ рентгенограммы Дебая-Шеррера в геометрии «обратного» рассеяния на дифрактометре станции канала 6.2.	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	1
10	Рентгеноструктурный анализ монокристаллических образцов.	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	3
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
11	Основы двухкristальной рентгеновской дифрактометрии	Самостоятельная работа с использованием методических	2

		материалов	
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	1
12	Применение метода малоуглового рентгеновского и нейтронного рассеяния для исследования моно- и полидисперсных наносистем.	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	3
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
13	Применение метода стоячих рентгеновских волн в области полного внешнего отражения для исследования планарных наноструктур	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	1
14	Измерение параметров нанощероховатости сверхгладких поверхностей методом рентгеновского рассеяния в области полного внешнего отражения	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
15	Рентгеновская микротомография биологических объектов	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	1
16	Основы микрокапсулирования. Синтез микросферолитов $\text{CaCO}_3$ - ядер для создания	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2

	микроконтейнеров доставки лекарств	Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
17	Формирование органических монослоев на поверхности жидкости, и их контроль с использованием брюстеровской микроскопии. Нанесение тонких органических пленок на твердые подложки методами Ленгмюра-Блоджетт и Ленгмюра-Шеффера	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	1
18	Основы белковой кристаллографии	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	1
19	Защита отчетов по выполненным лабораторным работам	Промежуточная аттестация (сам. работа с исп. метод. матер.)	5
		Промежуточная аттестация	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, 3.1 и 3.4 данной Рабочей программы, а также комплект описания Лабораторных работ

##### 3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Планируется выпуск учебного пособия, содержащего соответствующее лабораторным работам последовательное изложение теоретического материала, примеры выполнения типовых экспериментов, предназначенные для самостоятельного решения задачи лабораторной работы.

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

Промежуточная аттестация проводится на основании письменных отчетов учащихся. 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 синхротронных линиях

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

Аудитора 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, Matheatica, 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 выходом в Интернет.

### 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. 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 Анфтольевна	к.ф.м.н.	-	доцент	<a href="mailto:natali@lns.pnpi.spb.ru">natali@lns.pnpi.spb.ru</a> +7-921-7469488