

**Санкт-Петербургский государственный университет**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Практикум по магнитному резонансу III  
Practice in Magnetic Resonance III

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 032216

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

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

Целью проведения практикума является закрепление теоретических знаний студентов в области магнитного резонанса, ознакомление студентов возможностями исследования и диагностики веществ с использованием современных методов ЯМР. А также приобретение студентами навыков работы на современном оборудовании.

При проведении занятий в том числе используются специально разработанные лабораторные работы на исследовательском оборудовании РЦ «Магниторезонансные методы исследования» Научного Парка СПбГУ

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

Для успешного освоения программы дисциплины «Резонансные методы исследования конденсированных сред» студентам необходимо прослушать курсы лекций «Теория спектров ЯМР» и «Спектроскопия ЯМР».

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

В результате освоения дисциплины студенты должны:

- Получить опыт работы на современном оборудовании;
- Знать методики исследования структурных, магнитных и динамических свойств жидкостей, основанные на применении методов ЯМР спектроскопии;
- Уметь интерпретировать полученные экспериментальные данные.

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

Практическое занятие в форме лабораторных работ с расчетами и анализом экспериментальных данных с использованием специализированных программных сред (29 часов)

## Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

### 2.1. Организация учебных занятий

#### 2.1.1 профиль Магнитный резонанс. Физические аспекты и приложения

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																	
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	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	в т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	текущий контроль (сам.раб.)	Промежуточная аттестация (сам.раб.)		
<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>																	
Форма обучения: очная																	
Семестр 3					28				1	14	14	12		3		29	2
Колл. студентов					2-6					2-6	2-6	2-8		2-6			
ИТОГО					28				1	14	14	12		3		29	2

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации							
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)		
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки	
<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>							
Форма обучения очная							
Семестр 3			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации			

## 2.1.2 профиль Экспериментальная физика

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	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	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	текущий контроль (сам.раб.)	Промежуточная аттестация (сам.раб.)	итоговая аттестация (сам.раб.)		
<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>																		
<b>Форма обучения: очная</b>																		
Семестр 3					28					1	14	14	12		3		29	2
Колл. студентов					2-6						2-6	2-6	2-6		2-6			
ИТОГО					28					1	14	14	12		3		29	2

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
<b>ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ</b>						
<b>Форма обучения очная</b>						
Семестр 3			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

## 2.2. Структура и содержание учебных занятий

Основной курс Основная траектория Очная форма обучения

Период обучения (модуль): Семестр 3

Вводная лекция: знакомство с РЦ СПбГУ «Магниторезонансные методы исследования» (2 часа)

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Пробоподготовка в ЯМР спектроскопии. Техника безопасности при работе с ЯМР спектрометром. Конфигурация ЯМР спектрометра, виды датчиков и их замена. Настройка прибора перед экспериментом. Программа TopSpin и её возможности.	Лабораторная работа	3
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
2	Регистрация $^1\text{H}$ спектров, их обработка и идентификация вещества по спектру	Лабораторная работа	4
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
3	Регистрация $^{13}\text{C}$ спектров с развязкой и без развязки от протонов; методика DEPT.	Лабораторная работа	4
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
4	Измерение времени спин-решеточной ( $T_1$ ) ЯМР релаксации на ЯМР спектрометре высокого разрешения	Лабораторная работа	4
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
5	Измерение времени спин-спиновой ( $T_2$ ) ЯМР релаксации на ЯМР спектрометре высокого разрешения	Лабораторная работа	4
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
6	Измерение коэффициентов диффузии на ЯМР спектрометре высокого разрешения	Лабораторная работа	4
		Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2
7	Регистрация гомоядерных 2D спектров, их обработка и расшифровка.	Лабораторная работа	4

	Методики COSY, NOESY	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	2
		Самостоятельная работа в присутствии преподавателя	2

### **Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

#### **3.1. Методическое обеспечение**

##### **3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины студент должен выполнить все лабораторные работы.

##### **3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы студенты должны обеспечиваться книгами из перечня литературы.

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

Для промежуточной аттестации студент обязан выполнить все лабораторные работы и сдать отчеты.

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

Не предусмотрены

##### **3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

#### **3.2. Кадровое обеспечение**

##### **3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К ведению занятий должны привлекаться преподаватели, занимающиеся научно-исследовательской работой в области магнитного резонанса, имеющие не менее трёх публикаций по данной тематике и обладающий практическим опытом работы на спектрометрах ЯМР Bruker с программным обеспечением TopSpin.

##### **3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Каждая лабораторная работа должна вестись в присутствии специалиста РЦ СПбГУ «Магниторезонансные методы исследования», который работает на соответствующем приборе (сертификат пользователя оборудования Bruker);

#### **3.3. Материально-техническое обеспечение**

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

Лабораторные занятия должны проводиться в лабораториях Ресурсного Центра «Магниторезонансные методы исследования» Научного Парка СПбГУ, где находятся приборы, необходимые для выполнения лабораторных работ. Группа студентов не должна превышать 6 человек.

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

Не предусмотрено

##### **3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Для обеспечения проведения лабораторных работ в ресурсном центре «Магнитно-резонансные методы исследования» требуется ЯМР спектрометр для исследования жидкостей и растворов Bruker DPX-300 в рабочем состоянии с соблюдением необходимых условий работы и операционного компьютера с программой TopSpin версии 3.0 или выше.

##### **3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Для обеспечения проведения лабораторных работ в ресурсном центре «Магнитно-резонансные методы исследования» требуется наличие на спектрометре Bruker DPX-300 программы TopSpin версии 3.0 или выше.

### **3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Для обеспечения проведения лабораторных работ в ресурсном центре «Магнитно-резонансные методы исследования» требуются

- 1) ЯМР ампулы 5 мм длиной 7 дюймов, 5 шт.
- 2) крышки для ЯМР ампул, 5 шт.
- 3) перчатки латексные, 36 пар
- 4) салфетки сухие, 36 шт.
- 5) шпатели стальные узкие, 3 шт.
- 6) дозатор на 200 мкл.
- 7) дозатор на 1000 мкл.
- 8) наконечники для дозаторов, 10 шт.,
- 9) растворитель D<sub>2</sub>O, 7 мл
- 10) растворитель CDCl<sub>3</sub>, 7 мл
- 11) имидазол, 0.5 гр.
- 12) диэтиловый эфир-этил-малоновой кислоты, 0.5 гр.
- 13) реактив HEPES, 0.5 гр.
- 14) реактив PIPES, 0.5 гр.

### **3.4. Информационное обеспечение**

#### **3.4.1 Список обязательной литературы**

- 1) Квантовая радиофизика, под ред. В.И. Чижика, 2009, СПбГУ, 700 стр.
- 2) Ядерный магнитный резонанс в твёрдых телах. Лабораторный практикум. В. С. Касперович, М. Г. Шеляпина, Н. М. Вечерухин, Соло, 2007.
- 3) Ядерная магнитная релаксация и импульсный ядерный магнитный резонанс. Лабораторный практикум. Ю. С. Чернышев, А. В. Комолкин, Н. М. Вечерухин. Соло, 2007.

#### **3.4.2 Список дополнительной литературы**

не предусмотрена

#### **3.4.3 Перечень иных информационных источников**

Информационно-образовательный портал «Магнитный резонанс и его приложения»

<http://nmrportal.ru/>

### **Раздел 4. Разработчики программы**

Маркелов Денис Анатольевич, доцент, д.ф.-м.н., [markeloved@gmail.com](mailto:markeloved@gmail.com)