

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.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																	
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	
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ							
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.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
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
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения очная						
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 ^1H 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}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 D₂O, 7 мл
- 10) растворитель CDCl₃, 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