

Правительство Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный университет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
Введение в ядерный магнитный резонанс
Introduction into Nuclear Magnetic Resonance

Язык(и) обучения
русский и английский

Трудоёмкость (границы трудоёмкости) в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: _____

Санкт-Петербург
2016

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Формирование у студентов, обучающихся на физическом факультете, начальных знаний о явлении ядерного магнитного резонанса (ЯМР), включая исторические аспекты, и основных принципах его регистрации.

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

Обучающиеся должны иметь подготовку по общей физике и квантовой механике, соответствующую концу второго года обучения на физическом факультете.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

В результате освоения курса обучающиеся должны:

- Знать основные взаимодействия ядер с внешними полями.
- Знать основные методы регистрации ядерного магнитного резонанса.
- Уметь рассчитывать амплитуду сигналов ЯМР в различных условиях.
- Иметь представление об основных взаимодействиях, определяющих спектр ЯМР в кристаллах и жидких средах.
- Иметь представление о процессах ЯМР-релаксации.
- Знать о возможностях ЯМР в качественном и количественном анализе.
- Иметь представление о магнитно-резонансной томографии.

1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (40 часов). Изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т. ч. иллюстративных, графических и видеоматериалов).

- Предэкзаменационная консультация (2 часа).
- Экзамен (2 часа).

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		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ															
очная форма обучения															

С5	28		2						2				14		23			
	2-20		2-20						2-20				1-1		1-1		4	2
ИТОГО	28		2						2				14		23		4	2

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)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ			
очная форма обучения			
С5		экзамен	

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Основной курс Основная траектория Очная форма обучения

Период обучения (модуль): **Семестр 5**

№ п/п	Наименование темы	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Магнитный диполь и электрический квадрупольный момент ядра. Макроскопическая ядерная намагниченность	лекции	2
		Самостоятельная работа использованием методических материалов	2
2	Уравнение Блоха. Понятие функции спектральной линии, её ширина спектральной линии. Фурье-спектроскопия ЯМР.	лекции	4
		Самостоятельная работа использованием методических	2

		материалов	
3	Уравнение Блоха во вращающейся системе координат. Эффективное поле во вращающейся системе координат.	лекции	2
		Самостоятельная работа использованием методических материалов	с 2
4	Понятие о явлении ядерной магнитной релаксации. Вероятности релаксационных переходов.	лекции	4
		Самостоятельная работа использованием методических материалов	с 2
5	Действие короткого радиоимпульса на ядерную намагниченность. Однородное и неоднородное уширение спектральной линии в ЯМР.	лекции	2
6	Диполь-дипольное взаимодействие: влияние на спектры и релаксацию.	лекции	4
		Самостоятельная работа использованием методических материалов	с 2
7	Понятие о спектрах ЯМР высокого разрешения. Химический сдвиг и косвенные спин-спиновые взаимодействия	лекции	4
		Самостоятельная работа использованием методических материалов	с 2
8	Измерение времени поперечной релаксации. Спиновое эхо.	лекции	4
		Самостоятельная работа использованием методических материалов	с 2
9	Измерение времени продольной релаксации.	лекции	2
11	Качественный и количественный анализ с помощью ЯМР. ЯМР-томография.	лекции	2

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины студенты должны посещать лекционные занятия и конспектировать лекции. Перед занятиями студентам рекомендуется прочитать конспект предыдущей лекции и ознакомиться с темой предстоящей лекции (по п. 2.2 данной программы дисциплины). В конце лекции студенты могут задать лектору уточняющие вопросы по изложенной теме.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Для самостоятельной работы студенты должны обеспечиваться:

- перечнем заданий для самостоятельной работы;
- студентам рекомендуется использовать специализированные издания по ЯМР, изданные в Издательстве СПбГУ (см. список рекомендованной литературы), методические материалы и указания, расположенные на сайте преподавателя. Не рекомендуется использовать материалы из Интернет-ресурса wikipedia.org.

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

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится в стандартной форме по билетам, охватывающим все темы лекций (1-11). Передача экзамена и передача с комиссией регламентируются общими правилами обучения. Экзамен проводится в устной форме. Билет экзамена содержит два вопроса. На подготовку отводится не более 1 часа. Оценка "отлично" ставится за полностью раскрытый материал билета и правильные ответы на дополнительные вопросы по программе курса, выносимой на экзамен. Оценка "хорошо" ставится за полностью раскрытый материал билета при неточных ответах на дополнительные вопросы по программе курса, выносимой на экзамен. Оценка "удовлетворительно" ставится за не полностью раскрытый материал билета при отсутствии правильных ответов на часть дополнительных вопросов. Оценка "неудовлетворительно" ставится, если ответ студента не удовлетворяет перечисленным выше критериям оценок "отлично", "хорошо" и "удовлетворительно". Во время экзамена студенты имеют право пользоваться своими конспектами при соблюдении следующих правил: а) Конспекты во время проведения экзамена или коллоквиума лежат на отдельном столе в той аудитории, где проводится аттестация. б) Студент может подойти и посмотреть свой конспект в течение короткого времени (не более 5 минут). в) Запись материала конспекта на отдельные листы, а также перенос его со стола в аудиторию не допускаются. Использовать любые другие источники информации запрещается.

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

Перечень билетов для проведения промежуточной аттестации студентов.

Билет № 1

1. Магнитный диполь и электрический квадрупольный момент ядра.

2. Понятие о спектрах ЯМР высокого разрешения.

Билет № 2

1. Поведение вектора макроскопической намагниченности в постоянном магнитном поле. Какие магнитные поля используются при регистрации ЯМР?

2. Спиновое эхо.

Билет № 3

1. Уравнение Блоха.

2. Диффузионное затухание спинового эха.

Билет № 4

1. Уравнение Блоха во вращающейся системе координат. Эффективное поле во вращающейся системе координат.

2. ЯМР-томография.

Билет № 5

1. Макроскопическая ядерная намагниченность.

2. Ядерная магнитная релаксация, вызванная флуктуациями магнитного поля.

Билет № 6

1. Амплитуда сигнала в импульсном ЯМР. Однородное и неоднородное уширение спектральной линии в ЯМР.

2. Количественный анализ с помощью ЯМР.

Билет № 7

1. Действие короткого радиоимпульса на ядерную намагниченность.

2. Измерение времени продольной релаксации.

Билет № 8

1. Измерение времени поперечной релаксации.

2. Особенности ЯМР в магнитном поле Земли.

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

Анкета-отзыв на дисциплину «Метаматериалы и методики малоугловой дифракции в исследовании их функциональных свойств»

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

Лектор должен иметь высшее образование и ученую степень не ниже кандидата наук.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Не требуется

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Стандартно оборудованная лекционная аудитория (с проектором и экраном) на 20 человек. Стандартно оборудованные аудитории на 20 человек для проведения практических занятий.

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

Стол, стулья, доска, проектор, экран.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Отсутствуют.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Отсутствуют.

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Не менее 3 кусков мела на одну лекцию.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. Квантовая радиофизика, под ред. В.И. Чижика, СПб: СПбГУ 2009 г.
2. В.И. Чижик. Ядерная магнитная релаксация. СПб, Изд. СПбГУ, 2004. Изд. 3-е. 388 с.
3. Vladimir I. Chizhik, Yuri S. Chernyshev, Alexey V. Donets, Viatcheslav Frolov, Andrei Komolkin, Marina G. Shelyapina. Magnetic Resonance and Its Applications. 2014, Springer-Verlag. 782 pp.

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. Практикум по магнитному резонансу. СПб, 2003. 184 с. Под ред. В.И. Чижика.
2. Ч. Сликтер "Основы теории магнитного резонанса", "Мир", М., 1981 г.
3. J. Keeler. Understanding NMR spectroscopy (2010), 2nd edn. Wiley, New York. ISBN 978-0-470-74609-7/
4. Ю.В. Богачев, Л.Ю. Грунин, М.Н. Князев, В.В. Фролов, Ю.С. Чернышев. Магнитный резонанс. Основы и применения. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014, 180 с. ISBN 978-5-7629-1002-6

Раздел 4. Разработчики программы

Чижик Владимир Иванович

д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры ядерно-физических методов исследований

Тел. : 428-75-59

E-mail: v.chizhik@spbu.ru