

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

от _____ № _____

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Ядерная магнитная релаксация
Nuclear Magnetic Relaxation

Языки обучения

Русский и английский

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

Передать студентам общее представление о физике процессов ядерной магнитной релаксации. Показать особенности процессов ядерной магнитной релаксации при различных механизмах взаимодействия ядер между собой и с окружением («решёткой»), позволяющие использовать их для исследования молекулярной подвижности и микроструктуры вещества в различных агрегатных состояниях. Научить определять динамические и структурные характеристики различных материалов на основе измерений зависимостей скоростей релаксации при вариации различных условий экспериментов и использовать полученные навыки для подготовки магистерской диссертации и в последующей профессиональной деятельности.

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

Для успешного освоения программы дисциплины «Ядерная магнитная релаксация» студентам необходимо прослушать курсы лекций «Квантовая механика» в объёме бакалавриата по направлениям «Физика» или «Прикладная математика и физика», «Ядерный магнитный резонанс» и «Экспериментальные методы в ядерном магнитном резонансе».

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

В результате освоения дисциплины студенты должны:

- знать основные механизмы ядерной магнитной релаксации;
- знать методики исследования динамических и структурных характеристик различных материалов на основе измерений зависимостей скоростей релаксации при вариации различных условий экспериментов;
- уметь разрабатывать идеологию экспериментов на современном радиоспектроскопическом оборудовании.

1.4. Перечень активных и интерактивных форм учебных занятий

- Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (30 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	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)			итоговая аттестация (сам.раб.)			
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																					
очная форма обучения																					
Семестр 1 (часы кол.студ.)	30		2					2					15		28						
	2-10		2-10					2-10					1-1		1-1					4	3
ИТОГО	30		2					2					15		28					4	3

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			
Семестр 1		экзамен, устно, традиционная форма	

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Основной курс Основная траектория Очная форма обучения

Период обучения (модуль): Семестр 1

№	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
---	------------------------------------	---------------------	------------------

п/п			
1	1. Вероятности релаксационных переходов. 2. Релаксация в двухуровневой системе.	Лекция	2
		Самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
2	3. Механизмы ядерной магнитной релаксации. 4. Релаксация из-за флуктуаций магнитного поля: анизотропия электронного экранирования.	Лекция	2
		Самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
3	5. Релаксация из-за флуктуаций магнитного поля: спин-вращательное взаимодействие 6. Дипольная релаксация в системе двух одинаковых спинов.	Лекции	4
		Самостоятельная работа с использованием методических материалов	4
4	7. Дипольная релаксация в системе двух спинов разного сорта. 8. Разделение внутри- и межмолекулярного взаимодействия в дипольной релаксации.	лекции	2
		Самостоятельная работа с использованием методических материалов	2
5	9. Скалярная релаксация. 10. Квадрупольная релаксация.	Лекции	4
		Самостоятельная работа с использованием методических материалов	4
6	11. Релаксация в чистых жидкостях и их смесях.	Лекции	4
		Самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
7	12. Релаксация в диамагнитных твёрдых веществах.	лекции	2
8	13. Релаксация во вращающейся системе координат.	Лекции	2
9	14. Двойной резонанс и перенос поляризации	Лекции	4

	(основные идеи).	Самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
10	15. Варианты импульсных двойных резонансов	Лекции	2
		Самостоятельная работа с использованием методических материалов	1
11	16. Эффект Оверхаузера.	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-релаксации, 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 виде устного экзамена в традиционной (устной) форме. В билете содержится 2 вопроса. На подготовку к ответу студенту даётся не менее 40 минут, но не более 60 минут. Студент готовит конспект ответа, содержащий основные формулы, математические выкладки, иллюстрации, графики. Во время ответа студент должен связно изложить и раскрыть тему каждого из вопросов. Во время ответа преподаватель может задать уточняющие вопросы по теме вопроса. После ответа на основные вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен. В качестве дополнительных, используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе определения, основные формулы, основные графики.

В общей сложности ответ студента не должен превышать 40 минут.

Критерии выставления оценок за экзамен.

Оценка «отлично» выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, обучающийся свободно ориентируется в материале;
2. обучающийся отвечает на все дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполняются оба условия

1. обучающимся дан полный ответ на первый вопрос билета, по второму вопросу написаны основные определения, формулы и графики (в случае наличия);
2. обучающийся отвечает более чем на половину дополнительных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполняются оба условия

1. обучающимся даны основные определения, формулы и графики (в случае наличия) при ответе на каждый вопрос;
2. обучающийся дает правильный ответ более чем на треть заданных дополнительных вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

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

Примерный перечень билетов для проведения промежуточной аттестации студентов (некоторые крупные вопросы могут быть «разбиты» на два).

Билет № 1.

1. Вероятности релаксационных переходов.
2. Релаксация ядер растворителя в диамагнитных растворах электролитов.

Билет № 2

1. Релаксация в двухуровневой системе.
2. Релаксация ядер ионов в диамагнитных растворах электролитов.

Билет № 3

1. Релаксация из-за флуктуаций магнитного поля.
2. Релаксация в диамагнитных твёрдых веществах.

Билет № 4

1. Дипольная релаксация в системе двух одинаковых спинов.
2. Скалярная релаксация.

Билет № 5

1. Дипольная релаксация в системе двух спинов разного сорта.
2. Релаксация в чистых жидкостях и их смесях.

Билет № 6

1. Релаксация во вращающейся системе координат.
2. Эффект Оверхаузера.

Билет № 7

1. Разделение внутри- и межмолекулярного взаимодействия в дипольной релаксации.
2. Варианты импульсных двойных резонансов.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Анкета-отзыв на дисциплину «Ядерная магнитная релаксация»

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 чтению лекций 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

Требования не предъявляются

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий:

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: доска для письма мелом или фломастерами, видеопроектор, экран настенный.

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

Для проведения занятия необходимы: видеопроектор, ноутбук, переносной экран.

3.3.3 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Фломастеры цветные, губки, бумага формата А4, канцелярские товары, картриджи принтеров, диски, флеш-накопители и др. в объёме, необходимом для организации и проведения занятий, по заявкам преподавателей, подаваемым в установленные сроки.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы:

1. Квантовая радиофизика. Под ред. В.И. Чижика. СПб, Изд. СПбГУ, 2009. 700 стр.
2. В.И. Чижик. Ядерная магнитная релаксация, 3-е изд. СПб, Изд. СПбГУ, 2004. 388 с.
3. В.И. Чижик. Релаксационные явления в ядерном магнитном резонансе. СПб, Изд. СПбГУ, 2007. 145 с.
4. 1. 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. А.А. Вашман, И.С. Пронин. Ядерная магнитная релаксационная спектроскопия. М., 1986 г.
2. Р. Эрнст, Дж. Боденхаузен, А. Вокаун. ЯМР в одном и двух измерениях. М., 1990. 709 с.
3. Практикум по магнитному резонансу. Под ред. В.И. Чижика. СПб, 2003. 184 с.
4. Дж. Уо. Новые методы ЯМР в твердых телах. М., Мир, 1978
5. М. И. Куркин, Е. А. Туров. ЯМР в магнитоупорядоченных веществах и его применения. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. 248 с.
6. Ч. Сликтер. Основы теории магнитного резонанса, 2-е изд. М., 1981. 448 с.
7. J. Keeler. Understanding NMR spectroscopy (2010), 2nd edn. Wiley, New York. ISBN 978-0-470-74609-7/

Раздел 4. Разработчики программы

Чижик Владимир Иванович, докт. физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры ядерно-физических методов исследования СПбГУ

Тел. : 428-75-59

E-mail: v.chizhik@spbu.ru