

Федеральное государственное автономное образовательное  
Учреждение высшего профессионального образования  
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

### ДИСЦИПЛИНА

«Ядерная магнитно-резонансная микротомография»

Цикл М2.ДВ.1

Специальность: 011200.68 – Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

АВТОР: зав. каф. ФМС, д. ф.-м. н. В.Д. Скирда

Приложение 1  
к программе дисциплины  
**“Ядерная магнитно-резонансная микротомография”**

БИЛЕТЫ К ЗАЧЕТУ

**Билет 1**

- 1. Классификация методов формирования изображений.**
- 2. Проблема внутренних градиентов магнитного поля в ЯМР томографии.**

**Билет 2**

- 1. Основные характеристики аппаратуры, применяемой в области микротомографии.**
- 2. Плоскостные и многоплоскостные методы интроскопии.**

**Билет 3**

- 1. Методики контрастирования изображений по времени спин-решеточной релаксации.**
- 2. Характеризация методик ЯМР томографии по скорости построения изображения и чувствительности**

**Билет 4**

- 1. Метод восстановления по проекциям. Двумерное обратное Фурье-преобразование**
- 2. Предел разрешения в микротомографии**

**Билет 5**

- 1. Контрастирование изображений по коэффициентам самодиффузии.**
- 2. Фурье-интроскопия. Одномерное Фурье-преобразование.**

**Билет 6**

- 1. Понятие селективных радиочастотных импульсов..**
- 2. Двумерное Фурье-преобразование. Метод "подтягивания" спинов. Эхо-планарная интроскопия.**

### **Билет 7**

- 1. Сравнительный анализ чувствительности и быстродействия различных методик ЯМР-томографии.**
- 2. Методики контрастирования изображений по времени спин-спиновой релаксации.**

### **Билет 8**

- 1. Причины и условия возникновения распределения внутренних магнитных полей в неоднородных объектах.**
- 2. Основные команды и импульсные программы, используемые в учебном ЯМР томографе.**

### **Билет 9**

- 1. основные ограничения на величину градиента магнитного поля в ЯМР томографии и в микро томографии.**
- 2. Двумерное Фурье-преобразование. Метод "подтягивания" спинов.**

### **Билет 10**

- 1. Какая информация содержится в сигнале ЯМР, полученного в условиях градиента магнитного поля.**
- 2. Основные критерии правильной предварительной настройки ЯМР аппаратуры.**

### **Билет 11**

- 1. Основные блоки, необходимые для возбуждения и регистрации сигнала ЯМР**
- 2. Исходя из каких принципов выбирается та или иная методика и импульсная последовательность для получения томографического изображения?**

### **Билет 12**

- 1. Методы оценки значений внутренних градиентов и способы уменьшения их влияния на томографическое изображение.**
- 2. Назначение и требования к системам формирования импульсных последовательностей.**

### **Билет 13**

- 1. Сравнительный анализ методик постоянного и импульсного градиента магнитного поля.**
- 2. Метод чувствительной точки. ЯМР с фокусирующим полем и локальный ЯМР.**

### **Билет 14**

- 2 Особенности аппаратуры, применяемой в микротомографии.**
- 3 Предел разрешения и определяющие его факторы.**

**Успешность ответов на вопросы в билетах будет демонстрировать формирование у студентов следующих компетенций:** ОК-1 (способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук), ПК-1 (способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой)) и ПК-2 (способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений)

**Приложение 2**  
к программе дисциплины  
**“ Ядерная магнитно-резонансная микротомография ”**

**РЕГЛАМЕНТ БРС СПЕЦКУРСА**

**Для выполнения контрольных работ, практических работ и самостоятельной работы:**

№	Вид работы	Баллы
1	Текущая работа на занятиях по темам (устный опрос, дискуссия)	15
2	Контрольная работа	7
3	Практические занятия	15
4	Самостоятельная работа (презентации, отчеты, домашнее задание)	13
5	Зачет	50
	Итого	100

В течение семестра студент может получить: до 15 баллов за работу на лекциях, участие в дискуссиях и ответах на текущие устные опросы; до 7 баллов за выполнение контрольной работы; до 15 баллов за работу на практических занятиях. Результативность самостоятельной работы студентов оценивается в 13 баллов в соответствии с критериями, указанными в «Методических указаниях по самостоятельной работе студента» (см. Приложение 5 к программе дисциплины). При оценке работы студентов будет учитываться не только правильность ответов и решений, но и активность, самостоятельность, целеустремленность. Особенно будет поощряться проявление творческого подхода.

К зачету допускаются студенты, набравшие более 27.5 баллов за семестр.

**При сдаче зачета:**

№	Вид работы	Баллы
1	Текущая работа на занятиях с учетом контрольных	50
	<b>Зачет:</b>	
2	Ответ на один (первый) вопрос билета	17
3	Ответ на один (второй) вопрос билета	17
4	Ответ на дополнительные вопросы по билету	8
5	Ответ на дополнительный вопрос вне темы билета	8
	Итого	100

Максимальная оценка на зачете – 50 баллов. Она складывается из ответов на 2 вопроса (каждый по 17 баллов) по билету и двух дополнительных вопросов (по 8 баллов).

Итоговый рейтинг складывается из суммы рейтинга за семестр и оценки, полученной на зачете.

Регламент о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов в Казанском университете можно загрузить здесь: <http://www.kpfu.ru/docs/F1736144035/brs.pdf>

**Контроль остаточных знаний:**

качественное знание не менее 50% вопросов к зачету.

**Приложение 3**  
к программе дисциплины  
**“ Ядерная магнитно-резонансная микротомография ”**

ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ, ПО КОТОРЫМ ЗАПЛАНИРОВАНЫ  
КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

1. Причины и условия возникновения распределения внутренних магнитных полей в неоднородных объектах.
2. Механизмы влияния внутренних градиентов магнитного поля на пространственное разрешение в ЯМР томограммах.
3. Эффекты внутренних градиентов магнитного поля и самодиффузии на разрешающую способность ЯМР-интроскопии.
4. Фурье-интроскопия. Основы Фурье-преобразований. Двумерное Фурье-преобразование.

**Приложение 4**  
к программе дисциплины  
**“ Ядерная магнитно-резонансная микротомография ”**

**СПИСОК ТЕМ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**  
*(14 АУДИТОРНЫХ ЧАСОВ)*

№	Название	Продолжительность (часы)
1	Приобретение навыков по настройке ЯМР аппаратуры. Изучение формы сигналов в однородном и неоднородном магнитном полях.	2
2	Работа на учебном мини ЯМР-томографе. Изучение интерфейса и команд управления. Получение двумерного томографического изображения фантомного образца. Составление отчета.	2
3	Работа на учебном ЯМР-томографе. Приготовление фантомного образца с распределением по временам релаксации. Освоение методик контрастирования изображений по временам релаксации. Подготовка отчета.	2
4	Практическое занятие по исследованию проблемы внутренних градиентов в неоднородных объектах. Работа на ЯМР установке с набором образцов, отличающихся по характеристикам пористого пространства.	2
5	Практические занятия на ЯМР установках и минитомографе, предназначенные для получения навыков по настройке приборов, выбору методики и импульсных последовательностей для достижения максимально возможного пространственного разрешения и корректного контрастирования изображения на примере набора образцов, включающих в себя модельные и природные пористые системы с разными насыщающими флюидами, образцов растительных и животных тканей, а также образцов различных материалов.	6
Всего:		14

Перед прохождением практических занятий студенты обязаны ознакомиться с правилами нахождения в лаборатории и пройти инструктаж по технике безопасности с регистрацией в соответствующем журнале.

**Приложение 5**  
к программе дисциплины  
**“ Ядерная магнитно-резонансная микротомография ”**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТА**

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия или при частичном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов. Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

**Виды самостоятельной работы.**

Согласно структуре программы дисциплины “ Физические принципы методов ядерного магнитного резонанса ” предполагаются следующие виды самостоятельной работы студентов

Виды	Содержание
Репродуктивная	Повторение учебного материала, самостоятельный просмотр, прочтение, конспектирование учебной литературы; прослушивание, запоминание, заучивание и пересказ магнитофонных записей лекций, Интернет-ресурсы и др.
Познавательно-поисковая	Подготовка, выполнение и оформление контрольных работ (если они проводятся в формате домашнего задания), подготовка к проведению практических работ. Проработка литературных источников..
Творческая	Подготовка и выполнение тематических контрольных работ, анализ, обсуждение и оформление результатов работ в лаборатории, участие в научно-исследовательской работе, в студенческих и научно-практических конференциях.

**Задачи.**

Задачами СРС являются:

систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

углубление и расширение теоретических знаний;

формирование умений использовать справочную документацию и специальную литературу;

развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

развитие исследовательских умений;

использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и практических занятиях, для эффективной подготовки к итоговым зачетам/экзаменам.

Планирование и контроль преподавателем самостоятельной работы студентов



необходим для успешного ее выполнения. Преподаватель заранее планирует систему самостоятельной работы, учитывает все ее цели, формы, отбирает учебную и научную информацию и методические средства коммуникаций, продумывает свое участие и роль студента в этом процессе.

Вопросы для самостоятельной работы студентов, указанные в рабочей программе дисциплины, предлагаются преподавателями в начале изучения дисциплины. Студенты имеют право выбирать дополнительно интересующие их темы для самостоятельной работы.

### **Критерии оценки.**

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при решении задач;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется посредством форм контроля «дискуссия» и/или «устный опрос», выполнение контрольных работ, оформление и полнота отчетов по практическим работам, оформление, качество и полнота отчетов по другим видам самостоятельных работ, выполненных студентом в инициативном порядке. Дискуссия является важным элементом образовательного процесса, так как во время ее проведения могут быть развиты и оценены такие компетенции как ОК-6 (способность работать самостоятельно и в коллективе, руководить людьми и подчиняться) и ПК-2 (способность применять на практике базовые профессиональные навыки).

Результаты внеаудиторной самостоятельной работы оцениваются, в частности, при следующих формах общения с преподавателем:

- ответы на проблемные вопросы преподавателя;
- формулировка вопросов студентам, преподавателю;
- решение задач или практических письменных заданий;
- участие в дискуссиях и устных опросах;
- обсуждение результатов работ в лаборатории;
- содержательность и качество оформления отчетов о работе;
- инициативность;
- другие.

В рамках дисциплины планируются следующие основные виды самостоятельной работы:

- изучение литературы и подготовка к устным опросам;
- подготовка к выполнению контрольных работ;
- подготовка рефератов и презентаций по темам.
- подготовка и проведение дискуссий.

1. Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.
2. Плановые контрольные работы должны проводиться не менее 2-х раз в течение семестра (для проставления оценки по рубежной аттестации и в конце семестра перед проведением итоговой контрольной работы за семестр).
3. Разрешить переписывать контрольную работу, если по ней получено менее половины планируемых баллов, при этом, по усмотрению преподавателя, аннулируются ранее полученные по этой контрольной работе баллы. Планировать переписывание контрольной работы после разбора типичных ошибок, необходимых

консультаций и в период времени не более трех недель после предыдущей контрольной.

4. Проверку выполнения домашних заданий, с проставлением баллов за работу, проводить не менее двух раз в семестр.
5. Отсрочка в переписывании контрольных работ и сдачи домашнего задания считается уважительной только в случае болезни студента, что подтверждается наличием у него медицинской справки. Планировать выполнение контрольных работ не позднее двух недель после выздоровления.
6. Студент допускается к итоговой контрольной работе с любым количеством баллов, набранном в семестре, но при условии, что у студента имеется теоретическая возможность получить не менее 27,5 балла за семестр.

#### **Условия и критерии выявления оценок**

Для оценки успешности освоения курса контролируются следующие уровни: знания, умения и навыки.

В процессе проведения практических работ будущие специалисты должны уметь объяснить принципиальные вопросы каждого из представленных в лекциях методов, включая вопросы его теоретической основы, инструментального воплощения, измеряемых параметров, их интерпретации, основных достоинств и недостатков.

Знания и умения оцениваются по балльно-рейтинговой системе, в которую входит учет посещения и работы на лекционных и семинарских занятиях. Кроме того, оценивается выполнение творческих домашних заданий, основывающихся на теоретическом курсе. В заключении курса студенты защищают самостоятельные рефераты, где учитывается оформление, содержание и качество доклада. Студенты также выполняют контрольные работы, в том числе, по понятийным аспектам дисциплины для улучшения понимания сопутствующей терминологии.

При оценке **посещения лекций** учитывается полнота записи переданных студентам знаний.

При оценке **работы на семинарах** и участия в дискуссиях учитывается активность студента, степень владения основными понятиями и исследуемой темой, качество выполнения заданий.

При оценке **контрольной работы** учитывается соответствие плану, владение материалом, правильность и полнота ответов на контрольные вопросы. Каждый пункт контрольной может быть зачтен только в случае правильного ответа на вопрос.

При оценке **домашних заданий** оценивается выполнение домашнего задания, полнота отражения изученных в теоретическом курсе представлений, соответствие теме, полнота раскрытия темы. Домашняя работа может быть зачтена только в случае правильного выполнения всего объема задания и сдачи не позднее, чем через 2 недели после объявления темы.

При оценке **реферата** и/или **презентации** оценивается полнота раскрытия и соответствие теме, грамотность оформления и качество доклада

По результатам выполнения требований, предъявляемых к студентам, они к итоговому испытанию должны набрать **более 27.5 баллов** за работу в течение семестра. «Зачет» ставится, если студент набрал 55 балл за семестр (включая итоговое испытание). «Незачет» ставится, если студент набрал менее 55 балла за семестр (включая итоговое испытание).

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

По курсу проводится практические занятия с использованием установок ЯМР по следующим темам:

**Цель проведения:** получение практических навыков работы на установках ЯМР; освоение методик включения, настройки и выключения ЯМР аппаратуры; знакомство с классическими методиками измерений, импульсными последовательностями и методиками их настройки; освоение методик анализа экспериментальных данных и вычислений по ним характеристик исследуемого объекта.

Практическим занятиям по каждой из тем предшествует изучение материалов с последующим собеседованием с преподавателем, на котором студенты должны продемонстрировать усвоенные ими на лекциях, а также в процессе самостоятельной работы базовые знания, необходимые для грамотного использования ЯМР аппаратуры и методик измерения для решения задач исследования, а также понимания смысла получаемой информации.

**Условия:** К практическим занятиям, непосредственно связанным с работой на установках ЯМР, допускаются студенты, продемонстрировавшие необходимый уровень знаний и успешно ответившие на дополнительные контрольные вопросы преподавателя.

Обязательным условием допуска студентов к работе с установками ЯМР является ознакомление с правилами нахождения и работы в лабораториях ЯМР, а также ознакомление и соблюдение правил Техники Безопасности.

**Рекомендации.** Для подготовки к проведению практических занятий студентам рекомендуется предварительно изучить описания установок ЯМР и команд, принятых в программах настройки, команд управления и обработки данных. Описания установок могут быть получены в электронном виде у ответственных за установки.

**Отчет:** По окончании выполнения работы студент оформляет отчет, в котором должны быть изложены цель и задачи проведенной работы, результаты работы, включающие описание работы на установке, освоенных методик, результатов измерений и их обработки. Отчет предоставляется в письменном виде в соответствии с методическими указаниями и требованиями, предъявляемыми к оформлению тематических контрольных работ или рефератов.

К выполнению последующей практической работы студент может быть допущен только после сдачи преподавателю отчета по предыдущей работе.

**Примечание.** *Все занятия, связанные с работой на установках ЯМР, проводятся под непосредственным руководством преподавателя или сотрудника кафедры (УВП). Ими же будут, либо предоставлены тестовые образцы для отработки методик настройки и методик измерения, либо будет предложено образцы приготовить самостоятельно, в том числе и по предложениям самих студентов.*

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ, ОТЧЕТОВ ПО ДОМАШНИМ И ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ**

Контрольная работа, отчет и/или реферат, а также выполнение и отчет по домашнему заданию являются одной из форм самостоятельного изучения студентами программного материала по всем предметам. Её выполнение способствует расширению и углублению знаний, приобретению опыта работы со специальной литературой.

Контрольные работы (или рефераты, или отчеты) выполняются по темам, указанным в программе курса или сформированным в процессе обучения вопросам, вызвавшим наибольший интерес у студентов. Для выполнения таких работ преподаватель разрабатывает варианты заданий, проводит, если необходимо, консультацию (и), устанавливает срок выполнения работы, объясняет критерии и систему оценки работы исходя из максимальных 7 баллов в системе БРС за выполнение одной контрольной и 15 баллов в сумме за практические занятия.

### **Требования к оформлению**

Контрольная работа, отчет по выполнению практической работы или реферат должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам» и ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

#### **1. Оформление титульного листа** (см. Приложение 2)

На титульном листе (или обложке тетради) должны быть названия: - вуза;

- факультета;
- кафедры, ведущей учебную дисциплину;
- дисциплины;
- темы практической, контрольной работы или номер ее варианта: № 1, 2 и т.д.
- Ф.И.О. студента и номер группы;
- Ф.И.О. преподавателя;
- город и год.

#### **2. Структура работы**

Работа должна быть структурирована и состоять из:

- содержания;
- введения;
- основной части с названием (разделением на параграфы с названиями);
- заключения;
- библиографического списка по ГОСТ, **включающего только те источники, которые, так или иначе, задействованы при написании работы, что подтверждается соответствующими ссылками.** На источники, которые указаны в списке литературы, обязательно должны быть ссылки в тексте работы.

Основная часть содержит: цель и актуальность исследования, выбор метода (методики) и его описание, характеристики используемой аппаратуры (если требуется), выбор объекта исследования и методика его приготовления, методики и условия измерений, результаты измерений с указанием точности, анализ результатов, выводы и рекомендации.

### 3. Объём работы

Оптимальный объём работы – 8-15 страниц машинописного текста (размер шрифта – 14) через полуторный интервал на стандартных листах формата А-4.

Рекомендуемые размеры полей: левое – не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее – не менее 15 мм, нижнее – не менее 20 мм.

### 4. Нумерация страниц

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в правом верхнем углу без точки в конце. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, номер страницы на титульном листе не проставляют.

### 5. Оформление ссылок и библиографического списка

Объектами составления библиографической ссылки являются все виды опубликованных и неопубликованных документов на любых носителях (в том числе электронные ресурсы локального или удаленного доступа), а также составные части документов.

Пронумерованный библиографический список оформляется в конце работы в соответствии с общепринятыми требованиями в виде пронумерованного списка в порядке, соответствующем ссылкам в тексте с указанием фамилии авторов, названием книг или статей (в этом случае указываются названия журналов, год и номер выпуска), места издания, издательства, года издания и количества страниц. (См. Приложение 1). Ссылки в тексте оформляются в виде цифры – номера ссылки в квадратных скобках, например: [1], или [1, 3], или [4-6]. Ссылка в предложении указывается непосредственно за изложением тезиса, мысли, гипотезы, утверждения и т.д., на которые ссылается автор контрольной работы или отчета.

В библиографический список включаются только те источники, которые читал автор работы, что предполагает возможность беседы с преподавателем по прочитанной студентом литературе.

При ссылке на электронный источник (типа <http://>) необходимо указывать имя автора, название работы, электронный адрес, а потом дату обращения к ресурсу.

Для обозначения электронного адреса используют аббревиатуру «URL» (Uniform Resource Locator – унифицированный указатель ресурса).

Например:

1. *Википедия. Философия.* – URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 21.12.2011).

2. *Дмитрий Медведев [личный сайт].* – URL: <http://medvedev.kremlin.ru> (дата обращения: 01.04.2012).

### Требования к содержанию

**В оглавление** следует включить не только стандартные разделы (например, *Введение; Основная часть; Заключение, Приложение*), но и разбивку основной части на параграфы, посвящённые конкретным проблемам анализируемой темы задания, с указанием номеров страниц, с которых начинаются параграфы.

**Во введении** нужно обосновать актуальность темы, сформулировать цель работы и задачи, коротко осветить состояние научной разработки проблемы.

**В основной части** (7 – 14 стр.) излагаются и последовательно анализируются рассматриваемые проблемы, при этом рассуждения автора должны подкрепляться конкретными фактами, цифрами, ссылками на литературные источники. Излагая вопрос, каждый новый смысловой абзац необходимо начинать с красной строки. При

необходимости в основной части могут быть рисунки, графики, таблицы и иной иллюстративный материал. Иллюстративный материал должен иметь сквозную нумерацию. Под рисунками должна быть подпись, например: *Рисунок 1 – График зависимости .....* или *Рисунок 2 – Вид импульсной последовательности....*

Ссылка на иллюстративный материал в тексте должна **обязательно** предварять сам материал. То же самое относится к таблицам.

Главы и параграфы в работе должны быть относительно равномерны по объёму.

Материал должен излагаться логично и последовательно, не допускается дословного механического переписывания текста из использованной литературы, за исключением цитат, которые должны сопровождаться ссылкой на источник.

Каждый параграф должен заканчиваться *выводом* (логическим итогом рассуждений, умозаключением). По этим ключевым выводам возможна беседа с преподавателем, где студент должен дать устно объяснения, комментарии, продемонстрировать умение защищать свою позицию.

**В заключении** подводятся итоги, приводятся основные выводы по рассматриваемой теме в целом.

**Библиографический список** (нумерованный) включает библиографическое описание использованных источников (учебников, монографий и статей, электронных ресурсов) в порядке появления ссылок в тексте.

**В приложении** можно представить (при необходимости) дополнительный иллюстративный материал, иллюстративный материал (таблицы, графики, отдельные документы и т.д.) в соответствии со сносками на них в тексте.

В тексте работы не допускается произвольное сокращение слов (кроме общепринятых).

**ПРИМЕРЫ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ДОКУМЕНТОВ  
(ГОСТ 7.1-2003)**

*Книга с одним автором*

1. Финкельштейн, А. В. Физика белка [Text] /Финкельштейн А.В., О.Б. Птицын – 3-е изд. – М.: КДУ, 2005. – 465 с.

*Книга с двумя или тремя авторами*

2. Маклаков, А. И. Самодиффузия в растворах и расплавах полимеров [Text] /А. И. Маклаков, В. Д. Скирда, Н.Ф. Фаткуллин – Казань: Изд-во Казанского гос. ун-та, 1987. – 224 с.

*Статья из журнала*

3. Skirda, V. D. On the generalized concentration and molecular mass dependence of macromolecular self-diffusion in polymer solutions [Text] /V. D. Skirda, V. I. Sundukov, A. I. Maklakov, O. E. Zgadzai, et al. // Polymer – 1988. – V. 2(7). – P. 1294–1300.

*Диссертация*

4. Рудакова, М.А. Самодиффузия воды в ориентированных липидных бислоях [Текст]: дис...канд. физ.-мат. наук: 01.04.07: защищена 1.11.07 / Рудакова Майя Анатольевна - Казань, 2007

*Статья или тезисы из сборника*

5. Десятникова, И.Ю. Исследование взаимодействия полилизина с липидами в ламеллярной и кубической фазах по данным самодиффузии [Текст] / А.В. Филиппов, И.Ю. Десятникова// Материалы 4-ой зимней молодежной школы-конференции “Магнитный резонанс и его приложения”, Санкт-Петербург, Россия, 2007. – Санкт-Петербург – С.182

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОЗДАНИЮ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

**Презентация** – это представление информации для целевой аудитории, с использованием мультимедийных средств привлечения внимания и изложения материала.

Работу стоит **начинать с оставления плана** будущей презентации. Желательно, чтобы план был подробным. Необходимо на бумаге нарисовать структуру презентации, схематическое изображение слайдов и прикинуть, какой текст, рисунки, фотографии или другие материалы будут включены в тот или другой слайд. Составляется список рисунков, фотографий, звуковых файлов, видеороликов (если они необходимы), которые будут размещены в презентации. Определяется текстовая часть презентации.

При создании презентации необходимо найти правильный **баланс** между подаваемым материалом и сопровождающими его мультимедийными элементами. При создании мультимедийной презентации необходимо решить задачу: как при максимальной информационной насыщенности продукта обеспечить максимальную простоту и прозрачность излагаемого материала.

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ СТРУКТУРА

Титульный лист:	
Актуальность:	<p><b>Газогидрат</b> – это лед, в полости которого заключен газ, удерживаемый в пустотах силами Ван-дер-Ваальса.</p> <p>Для кристаллов метаногидрата характерны структуры:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) кубическая КС-I: <math>2D - 6T - 46H_2O</math> (формула элементарной ячейки)</li> <li>2) кубическая КС-II: <math>16D - 8H - 136 H_2O</math></li> <li>3) гексагональная КС-III: <math>2D' - 3D - 1E - 34H_2O</math></li> </ol> <p><math>D</math> [5<sup>12</sup>], <math>T</math> [5<sup>12</sup>6], <math>H</math> [5<sup>12</sup>6], <math>P</math> [5<sup>12</sup>6], <math>E</math> [5<sup>12</sup>6]. (<math>m^n</math> – n граней с числом ребер m).</p> <p><b>Структурная формула метаногидрата: <math>CH_4(H_2O)_n</math></b></p> <p><small>Рис.1. Структурный фрагмент КС-I с молекулами метана в D – полости (красно-голубой цвет) и T – полости (зеленого цвета)</small></p>



Цели и задачи:

### Цели и задачи работы

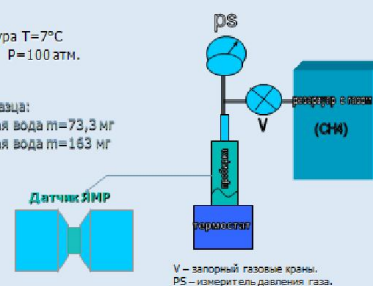
1. Изучение кинетики образования метаноhydrата в свободном объеме, в отсутствии механических возмущений методом ЯМР.
  - а) Выяснить особенности механизма образования метаноhydrата при контакте газообразного метана и воды в жидкой фазе.
  - б) По данным ЯМР получить информацию о временах релаксации в метаноhydrате.
2. Исследование состояния метана в кристаллической решетке метаноhydrата.

Методики исследования и методики достижения цели:

### Схема экспериментальной установки и приготовления образцов.

$V_{\text{проб.}} = 0,36 \text{ см}^3$   
Рабочая температура  $T = 7^\circ\text{C}$   
Рабочее давление  $P = 100 \text{ атм.}$

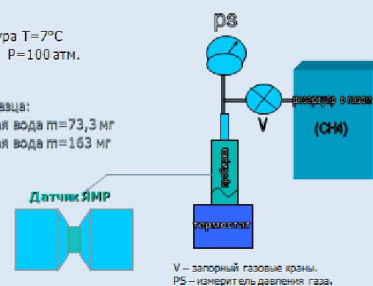
Приготовлены 2 образца:  
№1 Протонированная вода  $m = 73,3 \text{ мг}$   
№2 Дейтерированная вода  $m = 163 \text{ мг}$



### Схема экспериментальной установки и приготовления образцов.

$V_{\text{проб.}} = 0,36 \text{ см}^3$   
Рабочая температура  $T = 7^\circ\text{C}$   
Рабочее давление  $P = 100 \text{ атм.}$

Приготовлены 2 образца:  
№1 Протонированная вода  $m = 73,3 \text{ мг}$   
№2 Дейтерированная вода  $m = 163 \text{ мг}$



Содержательная часть:

**Первый образец: протонированная вода – газообразный метан- метаногидрат**

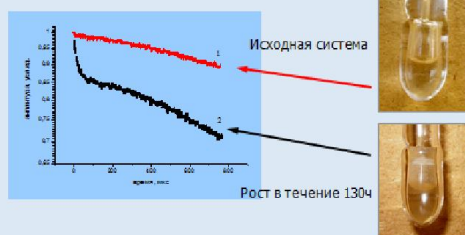


Рис.4. Типичный вид спадов поперечной релаксации, полученных для образца №1 (протонированная вода) до образования метаногидрата (кривая 1) и по прошествии 130 часов роста метаногидрата (кривая 2).

**Кинетические кривые образования метаногидрата первого и второго образцов**

индукционный период образования гидрата: 7 часов  
время роста, после начала образования: ~11 часов  
выход на плато

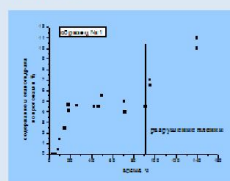


Рис.7. Зависимость процентного содержания гидрата от времени в первом образце. на 91-м часе образец взорвался (T=7°C, p=100атм)

индукционный период образования: 50ч  
время роста, после начала образования: ~12 часов  
выход на плато

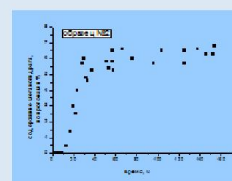


Рис.8. Зависимость процентного содержания гидрата от времени во втором образце, в стандартных условиях (T=7°C, p=100атм)

Анализ результатов:

**Состояние молекулы метана в кристаллической решетке метаногидрата**

Теоретическое значение второго момента :

$$M_2 = \frac{3}{4} \gamma^2 \hbar^2 I(I+1) \sum_{\mu} (3 \cos^2 \theta_{\mu} - 1)^2 r_{\mu}^{-6} \rightarrow \text{для молекулы метана } M_2 = 32,65 \text{ Гс}^2, T_2 = 9 \text{ мкс}$$

Экспериментальное значение :  $T_2 = 60-65 \text{ мкс}$   
 $M_2 = 0,6 \text{ Гс}^2$

$$\frac{1}{T_2} = \frac{M_2}{3} \left[ 3r_c + \frac{5r_c}{1 + \omega_c^2 r_c^2} + \frac{2r_c}{1 + 4\omega_c^2 r_c^2} \right] \rightarrow \omega_c \gg 1 \rightarrow \frac{1}{T_2} = M_2 r_c$$

Расчетное время корреляции молекулы метана:  
 $\tau_c = 66 \pm 3 \cdot 10^{-8} \text{ сек.}$

Заключение, выводы, рекомендации:

**Выводы**

- Исследована кинетика образования метаногидрата в системах метан-вода обычная и метан-вода дейтерированная при температуре 7°C и давлении 100 атмосфер непосредственно в ампуле ЯМР.
- Период интенсивного формирования гидрата обоих образцов оказался примерно одинаков и составил 11-12 часов. Практически от отсутствия дальнейшего роста метаногидрата вызвано образованием метаногидратной пленки на границе раздела воды и газообразного метана. Сделана оценка толщины данной пленки, значение которой составило величину порядка 300 нм.
- Показано, что при диссоциации метаногидрата изменяется время поперечной релаксации метана в состоянии метаногидрата, чего не наблюдалось в процессе образования. Предположительно, данное явление может быть объяснено образованием значительного количества кристаллических структур отличных от структур КС-1, молекулы метана в которых обладают различным временем поперечной релаксации и условиями диссоциации.
- Впервые по данным ЯМР релаксации показано, что молекулы метана в кристаллической решетке метаногидрата обладают высокой вращательной подвижностью, значительно превышающей подвижность молекул воды в кристаллической решетке метаногидрата.

Заключительный слайд:



*Спасибо за внимание!*

## **ВАЖНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**Текст на слайде зрители практически не воспринимают.** Поэтому в презентациях лучше оставить текст только в виде имен, названий, числовых значений, коротких цитат. Текстовая информация заменяется схемами, диаграммами, рисунками, фотографиями, анимациями, фрагментами фильмов. Если невозможно избежать текстовой информации, то на слайде должно присутствовать не более трех мелких фактов и не более одного важного.

**Используйте анимации, но не увлекайтесь!**

**Избегайте обилия цифр.** Старайтесь табличные данные представлять графически. Числовые величины имеет смысл заменить сравнениями. Однако на этом пути тоже необходимо соблюдать чувство меры.

**Поток одних только ярких изображений воспринимается тоже не очень хорошо.**

**Не перегружайте слайды лишними деталями.** Иногда лучше вместо одного сложного слайда представить несколько простых.

**Вся презентация должна выполняться в одной цветовой палитре.**

**Рекомендуется выделять отдельные куски текста цветом; отдельные ячейки таблицы или всю таблицу цветом (фон ячейки или фон таблицы).**

**Не допускается применять более 4 цветов на одной электронной странице и красный фон.**

Являясь элементом заднего (второго) плана, фон должен выделять, оттенять, подчеркивать информацию, находящуюся на слайде, но не заслонять ее. Для фона предпочтительны холодные тона или нейтральные тона: светло-розовый, серо-голубой, желто-зеленый, коричневый. Легкие пастельные тона лучше подходят для фона, чем белый цвет.

**При подборе цвета текста помните, что текст должен быть «читаем», т. е. фон слайдов не должен «глушить» текст.**

Не рекомендуется использовать **переносы слов**, а также наклонное и вертикальное расположение подписей и текстовых блоков.

Рекомендуемые размеры шрифтов: для **заголовков** 32-50, оптимально – **36**; для **основного текста**: 18 – 32, оптимально – **24**.

Не следует злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже строчных), поэтому их допустимо использовать только для смыслового выделения небольших фрагментов текста.

Наиболее **важный материал**, требующий обязательного усвоения, желательно **выделить ярче** для включения ассоциативной зрительной памяти.

Целесообразно применение различных маркеров (◆▶●■) для выделения элементов текста (**маркированные списки**).

**Итак, основные рекомендации сводятся к следующим:**

- 1 - использование коротких слов и предложений, минимум предлогов, наречий, прилагательных;
- 2 - использование нумерованных и маркированных списков вместо сплошного текста;
- 3 - горизонтальное расположение текстовой информации, в т.ч. и в таблицах;
- 4 - каждому положению, идее должен быть отведен отдельный абзац текста;
- 5 - основную идею абзаца располагать в самом начале – в первой строке абзаца;
- 6 - идеально, если на слайде только заголовок, изображение (фотография, рисунок, диаграмма, схема, таблица и т.п.) и подпись к ней.

Размещенные в презентации графические объекты должны быть, в первую очередь, оптимизированными, четкими и с хорошим разрешением. Графические объекты не располагаются в середине текста, это плохо смотрится.

### **ТЕСТИРОВАНИЕ-ПРОВЕРКА, ДОВОДКА ПРЕЗЕНТАЦИИ**

- 1) Проверка на работоспособность всех элементов презентации.
- 2) Проверка визуального восприятия презентации сторонними наблюдателями, в том числе с экрана.

Доводка презентации заключается в неоднократном просмотре своей презентации, определении временных интервалов, необходимых аудитории для просмотра каждого слайда, и времени их смены. Помните, что слайд должен быть на экране столько времени, чтобы аудитория могла рассмотреть, запомнить, осознать его содержимое. Между тем большой интервал между сменами слайдов снижает интерес. Возможно, при окончательном просмотре вам придется поменять местами некоторые слайды для создания более логической структуры презентации или внести в нее другие коррективы.

**Полезные электронные ресурсы:**

URL: <http://uchim.info/pdf/yak-pp.pdf>

URL: <http://vashabnp.info/load/20-1-0-683>

URL: [fizkaf.narod.ru>fes/Sovety\\_po\\_sozdaniyu.doc](http://fizkaf.narod.ru/fes/Sovety_po_sozdaniyu.doc)

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ ДИСКУССИИ**

**Дискуссия** – это спор, словесное состязание, в котором каждый отстаивает свое мнение. Сама природа этой формы общения определяет ее демократичность: «В спорах нет ни высших, ни низших, ни званий, ни имен: важна лишь одна истина, перед которой равны все» (Р. Роллан). Поскольку дискуссия – это спор, то основные цели ее проведения следующие:

- 1) выяснение разных точек зрения, столкновение которых поможет найти истину, что, несомненно, способствует не только углублению знаний, но и формированию мировоззрения школьников;
- 2) воспитание культуры речевого общения во время спора; формирование умения дискутировать, просто и понятно излагать свою точку зрения, убедительно ее доказывать, спокойно выслушивать доводы оппонента и т.д.

Дискуссия как форма демократического общения имеет преимущества перед другими формами: она позволяет организовать живое общение, вовлечь всех или большинство участников в обсуждение вопроса, предполагает напряжение мысли, которое возникает в раздумьях, в столкновениях различных точек зрения, стимулирует речевую активность и самостоятельность суждения.

Настоящую дискуссию нельзя запланировать в деталях, прорепетировать, разыграть по нотам, иначе она лишится необходимой естественности. И все-таки, как показывает практика, определенная подготовка к учебной дискуссии необходима.

### **ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА**

1. Выбрать тему. Она может быть предложена, но не навязана преподавателем или определена на основе предварительного устного опроса или предыдущей дискуссии и пр..
2. Глубоко изучить вопрос, который будет обсуждаться.
3. Создать инициативную группу по подготовке дискуссии.
4. Подготовить объявление о дискуссии (тема, вопросы, литература, время и место проведения).

При подготовке помещения к проведению дискуссии стулья лучше расставить таким образом, чтобы участники спора по возможности видели друг друга.

### **ПРОВЕДЕНИЕ ДИСКУССИИ.**

Умелая дискуссия – почти искусство. Успех ее во многом зависит от ведущего. Несколько советов ведущему дискуссии:

1. Перед началом дискуссии необходимо назвать тему, обосновать ее выбор, ясно сформулировать цель.
2. В первые же минуты расположить к себе участников дискуссии, настроить их на полемический лад, создать обстановку, при которой каждый ученик не только не стеснялся бы высказывать свое мнение, но и стремился его отстаивать.
3. Не препятствовать желающим выступать, но и не принуждать к выступлению, стараться, чтобы во время дискуссии царил дух искренности и откровенности.
4. Стимулировать активность участников. В этом поможет продуманная система вопросов, которые представляют интерес для аудитории и могут вызвать их на откровенный разговор. Помнить, что вопрос – визитная карточка дискуссии. Есть приемы, средства, располагающие к дискуссии, о которой следует помнить: парадокс – неожиданное, своеобразное мнение, резко расходящееся с общепринятым, даже противоречащее на первый взгляд здравому смыслу.

5. Умело сопоставить различные точки зрения, обобщить их с тем, чтобы позиции участников дискуссии были представлены как можно отчетливее, направлять дискуссию в русло намеченной цели.
6. Не торопиться исправлять заблуждающихся, предоставлять такую возможность слушателям.
7. Когда это целесообразно, вопрос, адресованный ведущему, тут же переадресовать слушателям.
8. Не спешить навязывать готовое решение.
9. Выбрать подходящий момент для окончания дискуссии, не нарушая логику развития спора.

Ведущий не должен вмешиваться в обсуждение без особой необходимости, оказывать психологическое давление на участников спора с пометкой своего авторитета, резких оценочных суждений, замечаний в адрес присутствующих. Не вызывает симпатии ведущий, который прерывает участников спора на полуслове, много говорит сам. Не стоит также открыто поддерживать одну из спорящих сторон. Свое отношение к различным точкам зрения лучше высказать при подведении итогов дискуссии.

Любой спор, даже идущий по всем правилам логики, может погубить одно обстоятельство: если участники дискуссии забывают об этике спора. Поэтому в начале дискуссии следует напомнить правила спора.

Вот некоторые из них:

1. Прежде чем сказать, спросите себя, есть ли необходимость вступить в спор. Тщательно продумайте то, о чем будете говорить.
2. По возможности кратко и ясно изложите свою точку зрения: ваша речь должна быть весома и убедительна.
3. Помните, что лучшим доказательством или способом опровержения являются точные и бесспорные факты. Если доказана ошибочность вашего мнения, имейте мужество признать правоту своего «противника».
4. Доказывайте и опровергайте, говорите ясно, отчетливо. Точно.
5. Помните о культуре общения. Умейте выслушать другого, уловить его позицию, уважайте мнение товарищей, не повышайте голос, не прерывайте выступающего, не делайте замечаний, касающихся личных качеств, участников обсуждения, избегайте поспешных выводов, старайтесь понять точку зрения собеседника и ход его мыслей до конца. Не вступайте в пререкания с ведущим по ходу проведения дискуссии.

## **ИТОГИ ДИСКУССИИ.**

подведение заключительных итогов ведущим;

выработка рекомендаций или решений;

установление общих результатов проводимого мероприятия.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЧЕТУ**

Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену или зачету, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене или зачете студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения конкретной учебной дисциплины, как посредством лекций, так и путем подготовки к устным опросам, подготовки двух презентаций и реферата, а также в результате подготовки к выполнению двух контрольных работ.

При подготовке к экзамену или зачету необходимо ознакомиться со списком вопросов к экзамену, повторно ознакомиться с лекционным материалом, систематизировать информацию по курсу. Особое внимание следует уделить разделам курса, изученным самостоятельно и вызывавшим наибольшее затруднение при изучении. По темам, вызывающим затруднение в освоении и понимании подготовить список вопросов для консультации с преподавателем, сформулировав свой вариант ответа для обсуждения.

### **ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ С УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ**

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались. Многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

### **ПРАВИЛА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ.**

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания.

Основные рекомендации преподавателя можно описать следующим образом:

- составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;
- систематизировать перечень вопросов и тем, требующих особого внимания.

Поскольку основной целью чтения источником является получение информации, то для студента при самостоятельной работе с литературой необходимо - усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал, отметить «пробелы» и проблемы в понимании материала, наметить способы их решения (консультации преподавателя, дополнительная литература и т.п.).

При оценке **итогового испытания** учитывается полнота раскрытия темы, соответствие ответа теме. Студенту выдаются вопросы итогового испытания, дается время на подготовку. Ответ дается в устной форме с опорой на сделанные в ходе подготовки записи.

### Технологии формирования и средства оценки компетенций

Коды и формулировка формируемых компетенций	Технологии формирования	Средства оценки
ПК-5 (способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки)	Работа на лекции, Подготовка домашнего задания, подготовка рефератов и презентаций по темам	Устный опрос, Обсуждение докладов и презентаций
ОК-1 (способность демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук)	Выполнение контрольной работы, домашнего задания, подготовка к дискуссиям, подготовка к зачету	Оценка контрольной работы, ответы на вопросы по зачету
ОК-3 (способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение)	Подготовка к контрольным работам, презентациям	Оценка контрольной работы и обсуждение презентаций
ПК-1 (способность свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой))	Подготовка к зачету, подготовка отчетов	Зачет, проверка содержательной части отчетов
ПК-10 (способность организовать работу коллектива для решения профессиональных задач)	Работа в коллективе при выполнении практических занятий, работа на лекции, участие в дискуссиях	Оценка активности участия
ПК-2 (способность использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности)	Работа на практических занятиях, подготовка к зачету	Оценка активности, самостоятельности, творческого подхода, на практических занятиях и в ответах на вопросы по зачету
ПК-4 (способность и готовностью применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (в соответствии с профилем магистерской программы))	Подготовка отчетов и презентаций	Оценка качества и полноты оформляемых отчетов и презентаций



### Учебно-Методические пособия

**Пособия:**

1. К. А. Ильясов, Количественное измерение диффузии in vivo методом магнитно-резонансной томографии [ТЕКСТ] // Учен. зап. Казан. гос. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки, 2011, том 153, книга 1, 17–37.  
URL: [www.mathnet.ru/links/7f62fa172e1fc4eb32ebc4ad0c3bc923/uzku901.pdf](http://www.mathnet.ru/links/7f62fa172e1fc4eb32ebc4ad0c3bc923/uzku901.pdf)
2. А.В. Аганов, ВВЕДЕНИЕ В МЕДИЦИНСКУЮ ЯДЕРНУЮ МАГНИТНО РЕЗОНАНСНУЮ ТОМОГРАФИЮ [ТЕКСТ] // Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета. – Казань, 2013.- 47 с. – Казань, 2012. 60 с.  
URL: [kpfu.ru/docs/F807971830/16.MRT.pdf](http://kpfu.ru/docs/F807971830/16.MRT.pdf)

**Полезные ссылки на Интернет ресурсы:**

- 1 **Магнитно-резонансная томография (МРТ) (Есть подборка фото МРТ)**  
URL: [spinet.ru/osteoh/dimr.php](http://spinet.ru/osteoh/dimr.php)
- 2 **Видео: Магнитно-резонансная томография (МРТ)**  
<http://www.youtube.com/watch?v=31jURwrEfGI>
- 3 **Видео: Ядерный магнитный резонанс**  
URL: <http://www.youtube.com/watch?v=3YOztReYWDc>
- 4 **Видео: Панов В.О. Физические основы МРТ.**  
<http://www.youtube.com/watch?v=MNnsoLSbwcY>
- 5 **Видео: Чижик. В И Простота и сложность явления магнитного резонанса**  
URL: <http://www.youtube.com/watch?v=E3xEcouRCZQ>
- 6 **Видео: Магнитно-резонансная томография. МРТ**  
<http://www.youtube.com/watch?v=hjOFE0rXKJ4>