

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

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

### ДИСЦИПЛИНА

«Магнитно-резонансные методы: физические принципы и приложения»

Цикл БЗ.ДВ.7

Специальность: 011200.62 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

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

Приложение 1  
к программе дисциплины

**“ Магнитно-резонансные методы: физические принципы и приложения ”**

**Билеты к зачету:**

**Билет 1**

- 1. Классическое представление ЯМР.**
- 2. Формирование блока радиочастотного импульса. Принципы формирования и контроля фазы.**

**Билет 2**

- 1. Понятия времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации**
- 2. Сигналы после импульсного возбуждения спиновой системы. Введение в теорию отклика.**

**Билет 3**

- 1. Детектирование сигнала. Основные типы детекторов. Преимущества и недостатки.**
- 2. Связь измеряемых параметров ЯМР с характеристиками молекулярного движения.**

**Билет 4**

- 1. Принципы построения формирователей импульсных последовательностей ЯМР.**
- 2. Понятия времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксации**

**Билет 5**

- 1. Принципы построения формирователей импульсных последовательностей ЯМР.**
- 2. Амплитудный детектор и детектор средних значений. Пиковый детектор. Идеальный амплитудный детектор. Влияние и учет шумового сигнала на детектирование.**

**Билет 6**

- 1. Понятие самодиффузии.**
- 2. Системы обработки экспериментальных данных.**

**Билет 7**

- 1. Основные принципы построения и работы блоков импульсного градиента магнитного поля. Варианты их исполнения**

## **2. Основные методики измерения времен спин-решеточной релаксации.**

### **Билет 8**

**1. Измерение коэффициентов самодиффузии и времен релаксации в сложных системах, характеризующихся спектрами времен релаксации и коэффициентов самодиффузии**

**2. Передатчик, приемник, формирователь радиочастотных сигналов.**

### **Билет 9**

**1. Основные принципы работы системы термостатирования образца**

**2. Синхронный детектор. Преимущества и требования. Квадратурный детектор.**

### **Билет 10**

**1. Основные принципы построения блока формирования импульсных последовательностей для ЯМР.**

**2. Сравнительный анализ методик постоянного и импульсного градиента магнитного поля.**

### **Билет 11**

**1. Принципы работы и построения приемных устройств сигнала ЯМР**

**2. Двумерный ЯМР. Представление данных в виде двумерных карт T2 -T1, Ds - T2, Ds -T1.**

### **Билет 12**

**1. Наиболее типичные источники систематических ошибок и некорректностей в работе простейших ЯМР приборов.**

**2. Демпфирование сигнала. Типичные конструктивные схемы приемно-передающей катушки и датчика ЯМР.**

### **Билет 13**

**1. Преобразования частоты. Методы преобразования частоты.**

**2. Принципы управления работой ЯМР прибора. Применения управляющих ЭВМ.**

**“ Магнитно-резонансные методы: физические принципы и приложения ”**

Экзаменационные билеты:

**Билет 1**

1. Понятие времени корреляции. Спектральная плотность на нулевой, резонансной и двойной резонансной частотах..

2. Основные теоретические подходы, используемые при анализе систем с обменом. Их анализ и выводы.

**Билет 2**

1. Однородное и неоднородное распределения времен корреляции. Примеры, связь с типом молекулярного движения.

2. Зависимости коэффициентов самодиффузии от молекулярной массы молекул и макромолекул

**Билет 3**

1. Гамильтониан дип-дип взаимодействия для анизотропного типа движения.

2. Релаксационная функция для анизотропного типа движения или однородного распределения времен корреляции.

**Билет 4**

1. Типы систем с обменом: обмен частотами резонанса, обмен временами корреляции, молекулярный обмен, протонный обмен, изотопный обмен.

2. Гамильтониан дип-дип взаимодействия. Второй момент

**Билет 5**

1. Особенности проявления фазового перехода на температурных и концентрационных зависимостях времен релаксации.

2. Особенности форм релаксационных затуханий в системах с фазовыми превращениями и методики их идентификации.

**Билет 6**

1. Спектры коэффициентов самодиффузии и порождающие причины.

2. Контрастирование изображений по временам релаксации, коэффициентам самодиффузии.

**Билет 7**

1. Самодиффузия в растворах и расплавах гибкоцепных полимеров.

2. Классические импульсные последовательности, применяемые в ЯМР

## **томографии**

### **Билет 8**

- 1. Самодиффузия в гелях макромолекул.**
- 2. Локальный ЯМР. Методы восстановления по проекциям.**

### **Билет 9**

- 1. Основные режимы самодиффузии в системах с ограничениями.**
- 2. Проблема внутренних градиентов магнитного поля в неоднородных средах. Обмен газ-жидкость в системах с частичным заполнением пористого пространства.**

### **Билет 10**

- 1. Обменные процессы в системах с частичным заполнением пористого пространства флюидом.**
- 2. Криодиффузиопорометрия.**

### **Билет 11**

- 1. Особенности построения изображений. Методы чувствительной плоскости, линии, точки.**
- 2. Самодиффузия в растворах и расплавах полимеров сверхвысокой молекулярной массы.**

### **Билет 12**

- 1. Селективный радиочастотный импульс. Необходимые и достаточные признаки.**
- 2. Формулировка скейлингового подхода для описания концентрационных и молекулярно-массовых зависимостей коэффициентов самодиффузии гибкоцепных макромолекул.**

### **Билет 13**

- 1. Частотная и фазовая кодировка в ЯМР томографии**
- 2. Особенности формы релаксационных затуханий в условиях распределения времен корреляции. Форма релаксационного затухания для твердого тела.**

**Приложение 3**  
к программе дисциплины  
**“ Магнитно-резонансные методы: физические принципы и приложения ”**

**РЕГЛАМЕНТ БРС СПЕЦКУРСА (7 СЕМЕСТР)**

**Для выполнения контрольных работ, практических работ и самостоятельной работы (7 семестр):**

№	Вид работы	Баллы
1	Текущая работа на занятиях по темам (устный опрос, дискуссия)	20
2	Контрольная работа 1	15
3	Самостоятельная работа (презентации, рефераты, отчеты, домашние задания)	15
4	Зачет	50
	Итого	100

В течение семестра студент может получить: до 20 баллов за работу на лекциях, участие в дискуссиях и ответах на текущие устные опросы; до 15 баллов за выполнение контрольной работы. Результативность самостоятельной работы студентов оценивается в 15 баллов в соответствии с критериями, указанными в «Методических указаниях по самостоятельной работе студента» (см. Приложения 5-9 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 (7 семестр):**

№	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.

## РЕГЛАМЕНТ БРС СПЕЦКУРСА (8 СЕМЕСТР)

**Для выполнения контрольных работ, практических работ и самостоятельной работы (8 семестр):**

№	Вид работы	Баллы
1	Текущая работа на занятиях по темам (устный опрос, дискуссия)	12
2	Контрольная работа 1	7
	Контрольная работа 2	7
3	Самостоятельная работа (презентации, рефераты, отчеты, домашние задания)	24
4	Зачет	50
	Итого	100

В течение семестра студент может получить: до 12 баллов за работу на лекциях, участие в дискуссиях и ответах на текущие устные опросы; до 7 баллов за выполнение каждой контрольной работы. Результативность самостоятельной работы студентов оценивается в 24 баллов в соответствии с критериями, указанными в «Методических указаниях по самостоятельной работе студента» (см. Приложения 5-9 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 экзамена (8 семестр):**

№	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 4**  
к программе дисциплины  
**“ Магнитно-резонансные методы: физические принципы и приложения ”**

**ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

**7 семестр:**

1. Особенности измерения коэффициентов самодиффузии и времен релаксации в сложных системах, характеризующихся спектрами времен релаксации и коэффициентов самодиффузии.
2. Двумерный ЯМР.
3. Представление данных в виде двумерных карт T2 -T1, Ds -T2, Ds -T1.
4. Понятия времен релаксации. Методики измерения.

**8 семестр**

1. Существующие теоретические подходы к самодиффузии полимеров. Модель рептации.
2. Основные предсказания теории к виду концентрационных и молекулярно-массовых зависимостей коэффициентов самодиффузии.
3. Экспериментальные результаты самодиффузии в растворах полимеров: особенности, учет локальной подвижности.
4. Частотное и фазовое кодирование сигнала ЯМР.
5. Необходимые и достаточные признаки селективных радиочастотных импульсов.
6. Принципы и методики контрастирования по временам релаксации.
7. Контрастирование по коэффициентам самодиффузии.



**Приложение 5**  
к программе дисциплины  
**“ Магнитно-резонансные методы: физические принципы и приложения ”**

**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;

В рамках дисциплины планируются следующие основные виды самостоятельной работы:

- изучение литературы и подготовка к устным опросам;
- подготовка к выполнению контрольных работ;
- подготовка и проведение дискуссий, в том числе и в форме обсуждения рефератов и презентаций по темам

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

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.

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 заключение 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 компьютеров и установок ЯМР по следующим темам:

- Компьютерное моделирование работы детекторов сигнала ЯМР разного типа.
- Компьютерное моделирование работы формирователя импульсов в спектрометре ЯМР.
- Изучение типовых схем приемников сигнала ЯМР.
- Компьютерное моделирование работы стандартных схем радиочастотных усилителей. Измерение времен спин-спиновой и спин-решеточной релаксаций на спектрометре Хроматек Протон-20М.
- Измерение коэффициента самодиффузии на ЯМР спектрометре диффузомере.
- Изучение работы блоков импульсного градиента магнитного поля на лабораторном ЯМР спектрометре-диффузомере.
- Измерения коэффициентов самодиффузии и времен релаксации в сложных системах при помощи ЯМР спектрометра-диффузометра.
- Основные принципы работы системы термостатирования образца. Требования и типичные подходы к реализации. Основные радиотехнические элементы. Характеристики и области применения.
- Изучение управляющей программы спектрометра ЯМР Хроматек Протон-20М.
- Решение задач по определению времен спин-решеточной релаксации по данным времен корреляции. Построение зависимостей от температуры и частоты резонанса.
- Анизотропное молекулярное движение как причина однородного распределения времен корреляции. Запись гамильтониана дип-дип взаимодействия для анизотропного типа движения. Релаксационная функция для анизотропного типа движения или однородного распределения времен корреляции.
- Расчет релаксационных функций (затуханий) для случаев быстрого, медленного и промежуточного обменов. Моделирование влияния обмена на температурные зависимости времен релаксации. Установление и анализ основных признаков обмена по температурным и частотным зависимостям времен релаксации.
- Измерение коэффициентов самодиффузии в образцах ряда углеводородов и воды. Расчет коэффициентов самодиффузии на основе данных по вязкости и размеров молекул. Сравнение рассчитанных значений с экспериментально полученными.
- Измерения коэффициентов самодиффузии в образцах растворов полимеров. Приготовление образцов с разными концентрациями. Построение концентрационной зависимости коэффициентов самодиффузии молекул растворителя и макромолекул.
- Анализ представленных преподавателем экспериментальных данных по измерениям коэффициентов самодиффузии в гелях.
- Работа на ЯМР релаксомере-диффузомере. Подготовка образцов исследования. Измерения коэффициентов самодиффузии в зависимости от временных параметров последовательности. Анализ полученных данных. Вычисление характеристик пористой среды.
- Работа на специализированном ЯМР томографе. Ознакомление с программами управления,

Получение ЯМР томограмм фантомного образца.

**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 может предшествовать проведение семинаров, на которых студенты должны продемонстрировать усвоенные ими на лекциях, семинарах, 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.

К практическим занятиям, непосредственно связанным с работой на установках ЯМР, допускаются студенты, успешно выступившие на семинаре, или продемонстрировавшие необходимый уровень знаний в процессе обсуждения докладов на семинаре и успешно ответившие на дополнительные контрольные вопросы преподавателя.

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

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. Рекомендуется пользоваться описаниями лабораторных работ, изложенными в электронном ресурсе URL: [kpfu.ru/docs/.../Laboratornye.po.YaMR.\\_Savinkov\\_Gizatullin.pdf](http://kpfu.ru/docs/.../Laboratornye.po.YaMR._Savinkov_Gizatullin.pdf)

По окончании выполнения практических занятий студент пишет краткий отчет, в котором должны быть изложены цель и задачи проведенной работы, результат работы, включающий 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 контрольных работ или рефератов.

К последующим практическим занятиям студент может быть допущен только после сдачи преподавателю отчета по предыдущей работе.

Все практические 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 по вопросам, сформированным в процессе обучения и 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 следующих разделов:

- 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 пронумеровать 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 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).

### **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/ЭКЗАМЕНУ**

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 наибольшие затруднения 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.

**“ Магнитно-резонансные методы: физические принципы и приложения ”**

**Технологии формирования и средства оценки компетенций**

<b>Коды и формулировка формируемых компетенций</b>	<b>Технологии формирования</b>	<b>Средства оценки</b>
<p>ОК-1 (способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук);</p> <p>ПК-1 (способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач)</p>	<p>Работа на лекции, Подготовка домашнего задания, подготовка рефератов и/или презентаций по темам, участие в дискуссиях.</p>	<p>Устный опрос, дискуссия, обсуждение докладов и презентаций.</p>
<p>ПК-2 (способность применять на практике базовые профессиональные навыки)</p> <p>ПК-3 (способность эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование)</p> <p>ПК-4 (способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки))</p> <p>ПК-6 (способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки))</p>	<p>Подготовка к контрольным работам, презентациям, дискуссиям. Работа во время практических занятий</p>	<p>Оценка контрольной работы и обсуждение презентаций. Полнота и содержательность отчетов по практическим работам.</p>
<p>ПК-5 (способность применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки))</p> <p>ПК-10 (способность понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований)</p>	<p>Подготовка отчетов и презентаций, рефератов, презентаций, подготовка к зачету</p>	<p>Оценка качества и полноты содержательной части отчетов и презентаций, Оценка самостоятельности и творческого подхода при сдаче зачета.</p>

### Учебно-Методические пособия

**Пособия:**

1. САВИНКОВ, А.В. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО КУРСУ ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС/ САВИНКОВ А.В., ГИЗАТУЛЛИН Б.И. // Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета. – Казань, 2013.- 60 с.  
[URL: kpfu.ru/docs/.../Laboratornye\\_po\\_YaMR.\\_Savinkov\\_Gizatullin.pdf](http://kpfu.ru/docs/.../Laboratornye_po_YaMR._Savinkov_Gizatullin.pdf)
2. Халиуллина, А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ САМОДИФФУЗИИ БЕЛКОВ В РАСТВОРЕ МЕТОДОМ ЯМР / А.В.Халиуллина, А.В.Филиппов // Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета. – Казань, 2013.- 47 с.  
[URL: kpfu.ru/docs/F960595923/Method\\_220513\\_b\\_no.notes.pdf](http://kpfu.ru/docs/F960595923/Method_220513_b_no.notes.pdf)
3. Аганов, А.В. Введение в медицинскую ядерную магнитно резонансную томографию // Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета. – Казань, 2013.- 47 с. – Казань, 2012. 60 с.

**Полезные ссылки на Интернет ресурсы:**

- 1 [Магнитно-резонансная томография \(МРТ\) \(Есть подборка фото МРТ\)](http://spinet.ru/osteoh/dimr.php)  
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>
- 7 Магнитно-резонансная томография: учебное пособие. Сеницын В.Е., Устюжанин Д.В. / Под ред. С.К. Тернового. 2008. - 208 с.  
<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970408353.html>
- 8 К. А. Ильясов, Количественное измерение диффузии in vivo методом магнитно-резонансной томографии, 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)