

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Ядерный и электронный резонанс

**Код модуля**  
1161522(1)

**Модуль**  
Основы резонанса

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Денисов Алексей Юрьевич	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	УрФУ
2	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	УрФУ

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

В.В. Топорищева

**Авторы:**

- Денисов Алексей Юрьевич, Доцент, УрФУ
- Мазуренко Владимир Гаврилович, Профессор, УрФУ

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Ядерный и электронный резонанс**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Коллоквиум	1

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Ядерный и электронный резонанс**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2 -Способен проводить под научным руководством исследования на основе современных методов в конкретной области профессиональной деятельности	Д-2 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы З-1 - Демонстрировать понимание теоретических основ методов, используемых для проведения научных исследований в профильной области П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных исследований с использованием серийного научного и технологического оборудования, стандартной методологии и методов исследований У-1 - Соотносить цель и задачи исследования с набором	Коллоквиум Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств	
--	---	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>коллоквиум</i>	8	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	12	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <b>нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		

Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

**Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

**5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

**5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

**5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

**5.1.2. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Явление магнитного резонанса. Намагниченность, восприимчивость, понятие о релаксации

2. Энергетический спектр. Зеемановские уровни энергии.

3. Вращающаяся система координат. Магнитное поле во вращающейся системе координат.
4. Система уравнений Блоха. Стационарные решения. Методы наблюдения сигналов магнитного резонанса
5. Воздействие радиочастотного импульса. Спиновое эхо. Измерение времен релаксации.
6. Энергетический спектр и собственные функции атома водорода. Сверхтонкое взаимодействие
7. Спектр ЭПР атома водорода в ВЧ поле различной ориентации.
8. Вероятность перехода между уровнями при учёте сверхтонкого взаимодействия
9. Спин-гамильтониан диполь-дипольного взаимодействия в сферических координатах.
10. Форма линии магнитного резонанса

Примерные задания

Ширина линий в оптических спектрах по отношению к ширине линий спектров магнитного резонанса

- A) Больше
- B) Меньше
- C) Одного порядка

Частоты оптических спектров по отношению к частотам спектров магнитного резонанса?

- A) Больше
- B) Меньше
- C) Одного порядка

Запишите выражение для фактора Ланде.

Параллельны ли магнитный момент электронной оболочки атома и ее механический момент?

Спиновый момент ядра обусловлен

- A) Спиновыми моментами нуклонов
- B) Орбитальными моментами нуклонов
- C) Вращением ядра, как целого

LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### **Базовый**

#### **5.2.1. Контрольная работа**

Примерный перечень тем

1. Энергетический спектр и собственные функции атома водорода.
2. Вероятность перехода между уровнями при учете сверхтонких взаимодействий
3. Энергетический спектр. Зеемановские уровни энергии.

#### 4. Спектр ЭПР тома водорода в ВЧ поле различной ориентации.

Примерные задания

Рассчитайте поправку к энергии основного состояния атома водорода, обусловленную взаимодействием спинов электрона и ядра. Покажите, что линия излучения будет иметь длину 21 см

Укажите, какие переходы с уровня  $n=3$  на уровень  $n=1$  являются разрешенными: а) как электродипольные; б) как электрические квадрупольные

Рассчитайте эффект Зеемана для атома водорода с учетом спин-орбитального взаимодействия

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Стационарные и импульсные методы наблюдения сигналов магнитного резонанса.

Примерные задания

Построение спин-гамильтониана атома водорода в постоянном магнитном поле. «Контактный» характер взаимодействия ядра и  $s$ -электрона в атоме. Полуклассический вывод взаимодействия  $s$ -электрона с ядром. Энергия взаимодействия моментов электрона и ядра в водороде. Формула Ферми для сверхтонкого взаимодействия. Константа сверхтонкого взаимодействия. Гамильтониан контактного взаимодействия. Спин-гамильтониана атома водорода через повышающие, понижающие спиновые операторы

Поведение квантового магнитного момента в постоянном магнитном поле. Решение системы уравнений движения момента в постоянном поле. Соотношение ларморовских частот прецессии протонных спинов в и электронных. Ларморовская прецессия с точки зрения квантовой механики.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Орбитальный магнитный момент электрона. Классическая модель орбитального магнитного момента электрона. Связь магнитного и механического моментов электрона. Магнетон Бора. Квантовый орбитальный механический момент электрона. Орбитальное и магнитное квантовое число. Орбитальные моменты ядер.

2. Уравнение изменения продольной компоненты намагниченности. Релаксационная зависимость продольной составляющей макроскопической намагниченности. Время продольной релаксации намагниченности. Термодинамически равновесное значение намагниченности. Механизмы спин-решёточной релаксации намагниченности. Пример бензола.

3. Связь компонент намагниченности в ЛСК с поперечными компонентами в ВСК. Продолжение в комплексную плоскость осциллирующего поля и намагниченности. Комплексная восприимчивость. Явный вид компонент восприимчивости. Функции дисперсии и поглощения. Компоненты восприимчивости в отсутствие насыщения. Ширина линии функции поглощения. Фактор уширения



4. Сверхтонкое взаимодействие.
  5. Электронный парамагнитный резонанс (физические основы).
  6. Анализ спектра ЭПР с СТВ.
  7. Спектр ЭПР атома водорода в ВЧ поле различной ориентации.
  8. Явление химического экранирования
  9. Электронная спиновая плотность.
  10. Воздействие радиочастотного импульса.
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская предпринимательская деятельность	Технология создания коллектива Технология самостоятельной работы	ОПК-2	Д-2	Коллоквиум Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен