

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Магнетохимия

**Код модуля**  
1143826(1)

**Модуль**  
Физико-химические свойства конденсированных  
материалов

**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	Келлерман Дина Георгиевна	доктор химических наук, старший научный сотрудник	Профессор	аналитической химии и химии окружающей среды

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

**Авторы:**

- Келлерман Дина Георгиевна, Профессор, аналитической химии и химии окружающей среды

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Магнетохимия**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа	3
		Реферат	2

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Магнетохимия**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предьявление 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
ПК-1 -Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием (Химия, физика и механика материалов)	З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных, в том числе физических и механических свойств веществ и материалов П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава, физических и механических свойств веществ и материалов на их основе	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия

<p>ПК-2 -Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (Химия, физика и механика материалов)</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач  П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности  У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p>	<p>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Домашняя работа № 3  Зачет  Лекции  Практические/семинарские занятия</p>
<p>ПК-3 -Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы (Химия, физика и механика материалов)</p>	<p>З-1 - Описать существующие базы данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке  П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов в электронных библиотеках, поисковых системах  У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p>	<p>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Домашняя работа № 3  Зачет  Лекции  Практические/семинарские занятия  Реферат № 1  Реферат № 2</p>
<p>ПК-4 -Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических</p>	<p>З-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p>	<p>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Домашняя работа № 3  Зачет  Лекции</p>

<p>задач, поставленных специалистом более высокой квалификации (Химия, физика и механика материалов)</p>	<p>П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p>	<p>Практические/семинарские занятия</p>
<p>ПК-5 -Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции (Химия, физика и механика материалов)</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных аналитических операций и регистрации аналитических сигналов различной природы П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия</p>
<p>ПК-6 -Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания (Химия, физика и механика материалов)</p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов технологической информации в электронных библиотеках, поисковых системах У-2 - Анализировать технологическую информацию,</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия Реферат № 1 Реферат № 2</p>

	полученную из поисковых систем и электронных библиотек	
ПК-9 -Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий (Химия, физика и механика материалов)	З-1 - Сделать обзор планируемых в текущем году научных мероприятий по теме исследования У-1 - Готовить вспомогательную документацию, раздаточные материалы, осуществлять техническое сопровождение при проведении научных мероприятий	Зачет Лекции Практические/семинарские занятия Реферат № 1 Реферат № 2
ПК-1 -Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием (Химическое материаловедение)	З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных, в том числе физических и механических свойств веществ и материалов П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава, физических и механических свойств веществ и материалов на их основе	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия
ПК-2 -Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (Химическое материаловедение)	З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия

	У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности	
ПК-3 -Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы (Химическое материаловедение)	З-1 - Описать существующие базы данных по химии и смежным областям, в том числе на английском языке П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов в электронных библиотеках, поисковых системах У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия Реферат № 1 Реферат № 2
ПК-4 -Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации (Химическое материаловедение)	З-1 - Перечислить технические средства и методы испытаний для решения конкретной материаловедческой задачи П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Лекции Практические/семинарские занятия
ПК-5 -Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции	З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Зачет Лекции

<p>химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции (Химическое материаловедение)</p>	<p>аналитические сигналы, используемые в методах анализа  П-1 - Иметь опыт выполнения стандартных аналитических операций и регистрации аналитических сигналов различной природы  П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке  У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа  У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p>	<p>Практические/семинарские занятия</p>
<p>ПК-6 -Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания (Химическое материаловедение)</p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации  П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов технологической информации в электронных библиотеках, поисковых системах  У-2 - Анализировать технологическую информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек</p>	<p>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Домашняя работа № 3  Зачет  Лекции  Практические/семинарские занятия  Реферат № 1  Реферат № 2</p>
<p>ПК-9 -Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий (Химическое материаловедение)</p>	<p>З-1 - Сделать обзор планируемых в текущем году научных мероприятий по теме исследования  У-1 - Готовить вспомогательную документацию, раздаточные материалы, осуществлять техническое сопровождение</p>	<p>Зачет  Лекции  Практические/семинарские занятия  Реферат № 1  Реферат № 2</p>



	при проведении научных мероприятий	
--	------------------------------------	--

### 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 – 0.6</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа 1</i>	8,4	35
<i>домашняя работа 2</i>	8,8	35
<i>домашняя работа 3</i>	8,11	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – <b>0.5</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>зачет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – <b>0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>реферат 1</i>	8,5	50
<i>реферат 2</i>	8,10	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – <b>1</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – <b>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
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>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. Знакомство с аппаратурой и методами исследования магнитной восприимчивости кристаллических образцов.

2. Использование аддитивной схемы Паскаля для определения диамагнетизма сложных молекул

3. Термы основных и возбужденных состояний. Расщепление термов

4. Уравнение Ван-Флека. Магнитные моменты редкоземельных и переходных элементов

5. Обменный эффект и модель Гейзенберга-Дирака--Ван-Флека (ГДВФ).

Примерные задания

Метод Фарадея (лабораторная установка)

Индукционный метод (магнетометр VSM-5T)

Измерение магнитной восприимчивости эталонов

Определение градуировочных коэффициентов для установки Фарадея

Измерение магнитной восприимчивости поликристаллического образца методом Фарадея при различных значениях внешнего магнитного поля и температуры.

Обработка численных массивов с помощью специальных компьютерных программ.

Анализ полученных данных и вычисление магнитных моментов

Диаграммы спиновых уровней.

Магнитная восприимчивость обменно-связанных комплексов.

LMS-платформа

1. не предусмотрена

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

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### **Базовый**

#### **5.2.1. Домашняя работа № 1**

Примерный перечень тем

1. Анализ результатов магнитных измерений, приведенных в специализированных публикациях (Scopus)

Примерные задания

С какой целью проводятся измерения магнитных характеристик? Приведите примеры.

Какую информацию получают при изучении парамагнитных объектов? Какие формулы используют?

Какие методы и установки используются при измерениях?

LMS-платформа

1. не предусмотрена

#### **5.2.2. Домашняя работа № 2**

Примерный перечень тем

1. Расчет магнитных моментов по массивам экспериментальных данных, предоставленных преподавателем

Примерные задания

Как связан магнитный момент с числом неспаренных электронов?

С помощью какого параметра учитывается взаимодействие между парамагнитными центрами?

Как рассчитать концентрацию трехвалентного титана в  $TiO_2$ -х по температурной зависимости магнитной восприимчивости?

LMS-платформа

1. не предусмотрена

### 5.2.3. Домашняя работа № 3

Примерный перечень тем

1. Определение термов основных и возбужденных состояний для переходных и редкоземельных элементов

Примерные задания

Чем отличаются схемы Рассела-Саундерса и j-j взаимодействий?

Напишите символы термов для  $Ni^{2+}$  и  $Tb^{3+}$

Символ терма основного состояния иона  $V^{3+}$  -  $3F_2$ . Объясните значения всех компонент.

LMS-платформа

1. не предусмотрена

### 5.2.4. Реферат № 1

Примерный перечень тем

1. Методы измерения магнитной восприимчивости

2. Магнитные свойства и строение вещества

3. Магнитные методы в химии

Примерные задания

Примеры применения магнетохимического подхода к решению химических задач

Квантово-механическая теория Ван-Флека. Запишите уравнение Ван-Флека (основное уравнение магнетохимии) и поясните, что означают входящие в него величины ( $E_0$ ,  $E_i(1)$ ,  $E_i(2)$ ).

Магнитная восприимчивость в промежуточных и сильных полях. Высокоспиновые и низкоспиновые состояния. Спиновое равновесие.

Какую информацию можно извлечь из данных о магнитной восприимчивости и ее температурной зависимости?

Применение у-я В-Ф для свободного иона с конфигурацией  $d^5$ .

Применение у-я В-Ф для свободного иона с  $S=0$ , с высоколежащими возбужденными состояниями ( $E_i(0) \gg kT$ )

При небольшом искажении структуры двухядерного кластера знак обменного взаимодействия изменился. Какой тип обмена можно предположить в таком кластере? а) 900 обмен; б) 1800 обмен

Установлено, что магнитный момент двухядерного кластера при понижении температуры увеличивается. Что в этом случае можно сказать о знаке обменного параметра?

LMS-платформа

1. не предусмотрена

### 5.2.5. Реферат № 2

Примерный перечень тем

1. Ферриты. Природа магнитных свойств. Применение

2. Сверхпроводимость и магнетизм
3. Парамагнетизм соединений d и f элементов.

Примерные задания

Чисто спиновые магнитные моменты. Какая связь между степенью окисления переходного элемента и его магнитным моментом? Напишите чисто спиновые значения магнитных моментов для конфигураций:  $3d^1$ ,  $3d^2$ ,  $3d^3$ ,  $3d^4$ ,  $3d^5$ ,  $3d^6$  и т. д.

Эффективный магнитный момент смеси соединений железа и марганца равен  $5.93 \mu_B$ . Что можно сказать о степени окисления марганца и железа?

Известно, что магнитная восприимчивость аквакомплексов двухвалентного железа уменьшается при повышении температуры, в то время как восприимчивость гексацианоферрата (II) от температуры не зависит. Объясните этот факт.

Рассмотрите применение уравнения Ван-Флека для свободного иона с конфигурацией  $d^5$  (терм  $6S$  с высоколежащим возбужденным состоянием). Покажите, что закон Кюри является частным случаем уравнения Ван-Флека

Что может являться причиной температурной зависимости магнитного момента моноядерного комплекса переходных металлов?

Эффективный магнитный момент соединения  $Ni(II)$  с понижением температуры от комнатной до  $80 K$  убывает от  $3 \mu_B$  до  $1.5 \mu_B$ . Что можно сказать об этом соединении?

Эффективный магнитный момент кластера двухвалентной меди с фрагментом  $Cu-O-Cu$  убывает с температурой. Что можно сказать о величине угла  $Cu-O-Cu$ ?

LMS-платформа

1. не предусмотрена

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

#### 5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Предмет и задачи магнетохимии. Фундаментальное и прикладное значение информации о магнитных свойствах
2. Магнитная восприимчивость: определение, единицы измерения
3. Силовые и индукционные методы измерения магнитной восприимчивости. Метод Гуи. Методы измерения восприимчивости жидкостей
4. Силовые и индукционные методы измерения магнитной восприимчивости. Метод Фарадея
5. Силовые и индукционные методы измерения магнитной восприимчивости. Вибрационный магнитограф Фонера
6. Классификация веществ по их отношению к магнитному полю, основные виды магнетизма
7. Диамагнитная составляющая магнитной восприимчивости. Природа диамагнетизма. Классическая теория диамагнетизма Ланжевена
8. Закономерности изменения диамагнетизма атомов по группе и по периоду.
9. Поляризационный парамагнетизм Ван-Флека. Формула Кирквуда
10. Идеальный диамагнетизм
11. Парамагнетизм. Парамагнетики. Закон Кюри

12. Законы Кюри и Кюри-Вейсса, эффективный магнитный момент. Связь макроскопических и микроскопических параметров
  13. Принципы формирования электронной структуры многоэлектронных атомов, термы основных и возбужденных состояний
  14. Спиновая и орбитальная составляющая магнитных моментов
  15. Спин-орбитальное взаимодействие, энергия спин-орбитального взаимодействия
  16. Расщепление в нулевом поле
  17. Случай малых расщеплений между мультиплетами. Магнитные моменты 3d-переходных металлов. «Замораживание» орбитальной составляющей магнитного момента.
  18. Случай сильных расщеплений между мультиплетами. Магнитные моменты РЗ элементов.
  19. Магнитная восприимчивость терма 2T<sub>2</sub> в кубическом поле. Температурная зависимость магнитного момента.
  20. Обменное спин-спиновое взаимодействие. Прямой и косвенный обмен. Изотропный обмен.
  21. Модель Гейзенберга-Дирака-Ван-Флека. Диаграмма уровней кластера, случаи ферромагнитного и антиферромагнитного обмена.
  22. Ограничения модели ГДВФ
  23. Модель обменных каналов
  24. Типы обменных кластеров. Формула Блини-Бауэrsa.
  25. Магнетизм наноразмерных объектов
- LMS-платформа
1. 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	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2	З-1 У-1 П-1	Практические/семинарские занятия