

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таскаев Сергей Васильевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 29.06.2026 10:35:39

Уникальный программный ключ:

04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8522525

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Физический факультет

Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Физика магнитных явлений»

по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации  
по дисциплине  
Физика магнитных явлений**

Направление подготовки (специальность)  
**03.04.02 Физика**

Направленность (профиль)  
**Физика новых материалов и высоких технологий**

Присваиваемая квалификация  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Год набора **2026**

Челябинск 2026 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Физика магнитных явлений»  
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 2

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
  - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
  - 3.1. Виды оценочных средств
  - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
  - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
  - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
  - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Физика магнитных явлений»  
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Физика новых материалов и высоких технологий

Дисциплина: Физика магнитных явлений

Семестр: 1

Форма промежуточной аттестации: зачет

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках системы «зачтено/не зачтено».

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Физика магнитных явлений» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3	4
ПК-2	Способен к анализу данных научной литературы, научно-технической документации, других информационных ресурсов и формулировке на его основе задач, связанных с реализацией профессиональных функций	ПК-2.1. Обладает знаниями основных теоретических положений и методов в области физики наноструктурированных материалов ПК-2.2. Демонстрирует умения сбора и анализа информации по тематике проводимых научных исследований в области физики наноструктурированных материалов ПК-2.3. Имеет практический опыт (навыки) проведения научно-исследовательских работ в области физики наноструктурированных материалов	Для достижения индикатора ПК-2.1: Знать физику магнитных явлений и процессов в металлах и непроводящих магнетиках в кристаллическом, аморфном и низкоразмерном состояниях в зависимости от химического состава, структурного состояния, температуры и давления; возможности основных методов вычислительной физики, используемых для исследования магнитоупорядоченного состояния (теория функционала плотности, метод молекулярной динамики, методы микромагнитного моделирования); особенности и механизмы формирования немагнитных физических свойств (механических, электрических, оптических, тепловых), свой-



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Физика магнитных явлений»  
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

			<p>ственные магнитоупорядоченным веществам; основы технических и технологических приложений физики магнитных материалов.</p> <p>Для достижения индикатора ПК-2.2: Уметь разрабатывать физические и компьютерные модели прогнозирования изменения магнитных и сопутствующих им свойств конденсированных веществ при вариации магнитного поля, температуры и давления; развивать экспериментальные методы изучения физических свойств и физические основы промышленных технологий получения магнитных материалов с определенными свойствами; анализировать и представлять научные результаты в форме докладов и статей.</p> <p>Для достижения индикатора ПК-2.3: Владеть навыками работы с научной литературой и базами данных с целью определения направления исследования и решения специализированных задач; навыками научной коммуникации; методами экспериментального и теоретического исследования элементного и фазового составов, структурного состояния и магнитных свойств конденсированных веществ, в том числе в экстремальных условиях; физико-технологическими приемами и компьютерными технологиями прогнозирования и оптимизации функциональных свойств магнитных материалов и изделий из них.</p>
--	--	--	--



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Физика магнитных явлений»  
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1	Для достижения индикатора ПК-2.1: Знать физику магнитных явлений и процессов в металлах и непроводящих магнетиках в кристаллическом, аморфном и низкоразмерном состояниях в зависимости от химического состава, структурного состояния, температуры и давления; возможности основных методов вычислительной физики, используемых для исследования магнитоупорядоченного состояния (теория функционала плотности, метод молекулярной динамики, методы микромагнитного моделирования); особенности и механизмы формирования немагнитных физических свойств (механических, электрических, оптических, тепловых), свойственные магнитоупорядоченным веществам; основы технических и технологических приложений физики магнитных материалов. Для достижения индикатора ПК-2.2: Уметь разрабатывать физические и компьютерные модели прогнозирования изменения магнитных и сопут-	Введение. Термодинамика магнитных явлений. Атомный магнетизм.  Парамагнетизм локализованных магнитных моментов. Магнитное упорядочение.  Обменное взаимодействие. Зонная модель  Магнетизм электронного газа. Поверхность Ферми.  Магнетизм примесей. Магнитные структуры	реферат	вопросы к зачету



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Физика магнитных явлений»  
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 6	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

<p>ствующих им свойств конденсированных веществ при вариации магнитного поля, температуры и давления; развивать экспериментальные методы изучения физических свойств и физические основы промышленных технологий получения магнитных материалов с определенными свойствами; анализировать и представлять научные результаты в форме докладов и статей. Для достижения индикатора ПК-2.3: Владеть навыками работы с научной литературой и базами данных с целью определения направления исследования и решения специализированных задач; навыками научной коммуникации; методами экспериментального и теоретического исследования элементного и фазового составов, структурного состояния и магнитных свойств конденсированных веществ, в том числе в экстремальных условиях; физико-технологическими приемами и компьютерными технологиями прогнозирования и оптимизации функциональных свойств магнитных материалов и изделий из них.</p>			
--	--	--	--

### 3.2 Содержание оценочных средств

#### *Примерная тематика рефератов:*

- 1) Источники и механизмы магнитной анизотропии.
- 2) Константы анизотропии и методы их измерения.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Физика магнитных явлений»  
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 7

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

- 3) Магнитострикция.
- 4) Анизотропия магнитосопротивления.
- 5) Теория доменной структуры в кристаллах по Ландау и Лифшицу.
- 6) Структура граничного слоя между доменами и его энергия.
- 7) Доменная структура тонких плёнок.

**Вопросы к зачету:**

1. Исторические аспекты магнетизма, его фундаментальное и прикладное значение.
2. Изменение магнитного состояния при изменении температуры, давления и магнитного поля.
3. Удельные теплоемкости при постоянном поле и при постоянной намагниченности.
4. Скачок теплоемкости в точке Кюри.
5. Аномалия коэффициента расширения ферромагнетиков.
6. Магнитные моменты атомов и молекул.
7. Магнетон Бора.
8. Магнитные моменты ядер.
9. Строение электронных оболочек переходных и редкоземельных атомов.
10. Диамагнетизм.
11. Пространственное квантование магнитного момента атома.
12. Парамагнетизм систем слабо взаимодействующих атомов.
13. Функции Бриллюэна.
14. Закон Кюри и Кюри-Вейсса.
15. Внутрикристаллическое поле.
16. Замораживание орбитального момента.
17. Получение сверхнизких температур адиабатическим размагничиванием.
18. Обменная энергия.
19. Модель ферромагнетизма Френкеля-Гейзенберга.
20. Спиновые волны.
21. Температурная зависимость спонтанной намагниченности при низких температурах.
22. Косвенное и прямое обменное взаимодействие в магнитных диэлектриках.
23. Косвенное обменное взаимодействие через электроны проводимости в редкоземельных металлах.
24. Косвенное обменное взаимодействие в магнитных полупроводниках через электроны проводимости.
25. Гамильтониан системы электронов и ионов.
26. Приближения модели.
27. Адиабатическое приближение.
28. Метод Хартри-Фока.
29. Приближение слабой и сильной связи.
30. Зоны Бриллюэна.
31. Поверхность Ферми.
32. Методы расчета зонной структуры, метод присоединенных плоских волн.
33. Псевдопотенциалы.
34. Поверхности Ферми d и f металлов.
35. Различные типа обменных интегралов.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Физика магнитных явлений»  
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 8	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

36. Электронный газ.
37. Парамагнетизм и диамагнетизм электронного газа.
38. Критерий ферромагнетизма электронного газа.
39. Обменное расщепление.
40. Полярная модель Шубина-Вонсковского.
41. Модель Хаббарда для невырожденной зоны.
42. Уровни Ландау.
43. Осцилляция магнитной восприимчивости.
44. Эффекты Эйнштейна - де Гааза и Шубникова.
45. Циклотронный резонанс.
46. Восстановление поверхности Ферми по экспериментальным: данным, полученным при изучении этих эффектов.
47. Примесные уровни и их влияние на энергетический спектр.
48. Распределение зарядовой и спиновой плотности вокруг примеси.
49. Магнитная восприимчивость разбавленных растворов.
50. Виды магнитных структур: ферромагнетики, неколлинеарные ферромагнетики, коллинеарные антиферромагнетики, гелимагнетики, ферримагнетики, спиновые стекла и их магнитные характеристики.
51. Метод нейтронографии.
52. Параметры веществ с указанными структурами.

## **4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации**

Зачет проводится в устно-письменной форме, в виде ответа на 2 теоретических вопроса.

### **4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств**

#### ***Критерии оценивания реферата:***

Реферат – творческая исследовательская работа, основанная, прежде всего, на изучении значительного количества научной и иной литературы по теме исследования. Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям. Реферат оценивается руководителем исходя из установленных показателей и критериев оценки реферата:

- 1) Новизна реферированного текста (Макс. - 5 баллов)  
- актуальность проблемы и темы;



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Физика магнитных явлений»  
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 9	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

- новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы;

- наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.

2) Степень раскрытия сущности проблемы (Макс. - 5 баллов)

- соответствие плана теме реферата;

- соответствие содержания теме и плану реферата;

- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы;

- обоснованность способов и методов работы с материалом;

- умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал;

- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.

3) Обоснованность выбора источников (Макс. - 5 баллов)

- круг, полнота использования литературных источников по проблеме;

- привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).

4) Соблюдение требований к оформлению (Макс. - 5 баллов)

- правильное оформление ссылок на используемую литературу;

- грамотность и культура изложения;

- владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы;

- соблюдение требований к объему реферата;

- культура оформления: выделение абзацев.

5) Грамотность (Макс. - 5 баллов)

- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, сти-листических погрешностей;

- отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых;

- литературный стиль

Реферат оценивается по 25 балльной шкале, баллы переводятся в оценки успеваемости следующим образом:

15 баллов и выше - "зачтено"

меньше 15 баллов - "незачтено"

### ***Критерии оценивания зачета:***

Студент допускается к зачету по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине (выполненных и защищенных работ). В случае наличия учебной задолженности студент отрабатывает пропущенные занятия в форме, предложенной преподавателем и представленной в настоящей программе.

Зачет проводится по билетам в устной форме. Студент выбирает билет в случайном порядке. Время подготовки студента для устного ответа на зачете должно составлять не менее 40 минут, время ответа – не более 20 минут. При подготовке и ответе на вопросы билета студент должен вести необходимые записи в листе устного ответа, который по окончании зачета подписывается студентом, сдаётся преподавателю и сохраняется им до окончания экзаменационной сессии. Проявленные студентом в ходе зачета знания оцениваются словами «зачтено», «не зачтено».

«Зачтено» выставляется:

1) содержание материала билета раскрыто полностью;



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Физика магнитных явлений»  
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

- 2) материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
  - 3) показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
  - 4) продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов;
  - 5) ответ самостоятельный, без наводящих вопросов;
  - 6) допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются после замечаний или наводящих вопросов.
- «Не зачтено» выставляется:
- 1) не раскрыто основное содержание учебного материала;
  - 2) обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
  - 3) допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

### **4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций**

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично:  
предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела «Физика магнитных явлений», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо:  
предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела «Физика магнитных явлений»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач;
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Физический факультет  
Кафедра физики конденсированного состояния

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Физика магнитных явлений»  
по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 11	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач по в области физики магнитных явлений;

4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела физики конденсированного состояния «Физика магнитных явлений»; не владеет навыками решения базовых задач в области физики магнитных явлений.

