

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Факультет приборостроения, электротехнических
и биотехнических систем
Кафедра электромеханики**

**УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета**



Тарасенко О.В.

« 18 » 04 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Магнитные материалы и элементы»

По направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Магистерская программа: «Исследование и совершенствование электрооборудования предприятий, организаций и учреждений»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Магнитные материалы и элементы» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. – 16 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Магнитные материалы и элементы» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 147 с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 1456 от 26.11.2020 г., № 83 от 08.02.2021 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

ст. преп. Ивженко А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электромеханики «14» 04 2023 г., протокол № 6-1

Заведующий кафедрой электромеханики  Яковенко В.В.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем «18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии факультета приборостроения, электротехнических и биотехнических систем  Яременко С.П.

© Ивженко А.А., 2023 год
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – изучение физических явлений, происходящих в материалах, обладающих сильными магнитными свойствами; изучение современных магнитных материалов и основных направлениях их применения.

Задачи:

- изучить магнитные свойства электрона и атома, а также взаимодействие, приводящее к появлению кооперативных явлений – ферро-, ферри- и антиферро-магнитному состоянию в твердых телах;

- изучить явления, происходящие в магнитоупорядочных материалах при воздействии на них электромагнитного поля.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Магнитные материалы и элементы» относится к факультативным дисциплинам. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания:

основных видов магнитного состояния вещества и причинах их возникновения; физических процессов, обуславливающих те или иные магнитные явления и свойства;

умения:

создание устройств, основанных на использовании магнитных свойств материала; выбор оптимального для устройства материала с учетом физических свойств, технических и экономических критериев;

навыки:

проведения экспериментальных исследований по синтезу и анализу магнитных материалов и применение их в электромеханических устройствах.

Содержание дисциплины «Диагностика электрооборудования» является логическим продолжением содержания дисциплин предыдущего уровня образования и служит основой для выполнения выпускной квалификационной работы магистра.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК – 2. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем	ПК–2.1. Осуществляет организацию сбора и изучения научно-технической информации по теме исследования и разработок; ПК–2.2. Проводит анализ и осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; ПК–2.3. Оформляет результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в соответствии с требованиями к нормативной документации в соответствующей области знаний.	Знать: - методы математического анализа, физических основ электротехники; методы обработки и анализа экспериментальных результатов, оценки полученных экспериментальных данных; - основные приемы идентификации математических моделей различных уровней. Уметь: - применять методы математического анализа при решении инженерных задач; - обрабатывать и анализировать результаты эксперимента, составлять практические рекомендации по использованию экспериментальных исследований; - представлять результаты экспериментов в виде отчетов, рефератов, публикаций. Владеть: - навыками анализа физических явлений в технических устройствах и системах, компьютерной техникой и информационными технологиями; - математическим аппаратом обработки экспериментальных данных; - навыками интерпретации и представления результатов исследования.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3 зач. ед)	108 (3 зач. ед)
Обязательная контактная работа (всего)	56	12
в том числе:		
Лекции	28	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	28	6
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
-Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	52	96
Форма аттестации	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Магнитные свойства электрона и электронной оболочки атома.

Орбитальные и спиновые моменты электрона. Гироманнитные опыты (Эйнштейна-де-Гааза, Штерна и Герлаха, Барнета). Момент количества движения и магнитный момент атома. Фактор Ланде.

Тема 2. Диамагнетизм и парамагнетизм.

Основные виды магнитного состояния вещества.

Явление диамагнетизма: его качественное объяснение и математическое описание-теория Ланжевена. Парамагнитное состояние вещества, феноменологическая трактовка парамагнетизма - теория Ланжевена.

Тема 3. Макроскопические характеристики и теории спонтанного намагничивания ферромагнетиков.

Характерные особенности ферромагнетиков. Кривая намагничивания. Магнитная восприимчивость и проницаемость. Петля гистерезиса и ее параметры. Электромагнитные потери. Намагничивание ферроматериалов переменным полем. Комплексная магнитная проницаемость. Влияние воздушного зазора на параметры изделий.

Тема 4. Основные виды взаимодействий в магнитном кристалле.

Виды энергии в магнитном кристалле: обменная энергия, энергия магнитной кристаллографической анизотропии, энергия магнитострикционной деформации, магнитоупругая энергия, магнитная энергия взаимодействия с внешним полем. Условия устойчивого состояния ферромагнетика.

Тема 5. Доменные структуры, процессы намагничивания и перемагничивания ферромагнетиков.

Распределение спонтанной намагниченности в кристалле. Возникновение и структуры доменов и доменных границ. Энергия доменных границ и размеров доменов. Однодоменные частицы. Методы экспериментального наблюдения доменных структур. Трактовка хода кривой намагничивания и петли гистерезиса. Теория процессов смещения доменных границ. Теория процессов вращения вектора намагниченности. Влияние температуры на магнитную проницаемость.

Тема 6. Металлические и неметаллические магнитные материалы.

Общая классификация и требования к магнитным материалам. Магнитомягкие материалы: технически чистое железо, электротехнические стали, пермаллои. Ферромагнетизм металлов. Модель жестких зон Стокера. Магнитомягкие ферриты. Вопросы технологии изготовления поликристаллических ферритов. Методы выращивания монокристаллических ферритов. Марганец-цинковые и никель-цинковые ферриты

Тема 7. Магнитные жидкости.

Понятие магнитной жидкости. Способы получения. Статические свойства магнитных суспензий. Коллоидные системы. Устойчивость магнитных коллоидов, образование цепей и кластеров. Статические магнитные свойства. Механизмы релаксации намагниченности. Области применения магнитных жидкостей.

Тема 8. Магнитные наночастицы и нанокристаллические магнитные материалы.

Методы получения магнитных наночастиц: диспергирование компактных материалов, химический синтез. Модели строения наночастиц. Модельные представления о магнетизме наночастиц. Однодоменность и суперпарамагнетизм. Магнитные характеристики наночастиц.

Тема 9. Применение магнитных материалов в электротехнике. Индуктивные элементы, трансформаторы, магнитные усилители. Электромагнитные экраны и поглотители электромагнитных волн. Запись, хранение и считывание информации на магнитном носителе. Магнитные головки. Постоянные магниты в СВЧ-технике. Электромагнитные датчики.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Магнитные свойства электрона и электронной оболочки атома.	2	1
2	Диамагнетизм и парамагнетизм.	2	
3	Макроскопические характеристики и теории спонтанного намагничивания ферромагнетиков.	2	1
4	Основные виды взаимодействий в магнитном кристалле	4	
5	Доменные структуры, процессы намагничивания и перемагничивания ферромагнетиков	2	1
6	Металлические и неметаллические магнитные материалы	4	1
7	Магнитные жидкости	4	
8	Магнитные наночастицы и нанокристаллические магнитные материалы	4	1
9	Применение магнитных материалов в электротехнике	4	1
Итого:		28	6

4.4. Практические занятия

№	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Расчет магнитных моментов электрона и сравнение с экспериментальными данными	2	1
2	Диамагнитная и парамагнитная восприимчивость твердых тел	2	
3	Температурная зависимость намагниченности насыщения и температура Кюри - теоретические представления и экспериментальные результаты.	2	1
4	Анизотропия намагниченности в ферромагнитном кристалле.	2	
5	Домены и доменные границы. Резонанс и релаксация доменных границ.	4	1
6	Расчет частотной зависимости магнитной проницаемости с учетом влияния вихревых токов.	4	1
7	Ферромагнитная упорядоченность на примерах ферритов со структурой шпинели, граната, магнетоплюмбита.	4	1

8	Устойчивость магнитных жидкостей. Статические магнитные свойства.	4	
9	Магнетизм наночастиц и нанокристаллов.	4	1
Итого:		28	6

4.5. Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№	Название темы	Вид СР	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Фундаментальные характеристики магнетиков. Методы определения магнитных параметров с применением современных цифровых средств и способов регистрации и обработки данных.	Подготовка к практическим занятиям	5	10
2	Методы исследования структуры магнетиков. Информационные базы данных кристаллической структуры материалов. Цифровые инструменты анализа структуры материалов.	Подготовка к практическим занятиям	5	10
3	Специализированные информационные ресурсы материаловедения. Цифровые инструменты визуализации и анализа данных.	Подготовка к практическим занятиям	6	11
4	Металлы и сплавы группы железа.	Подготовка к практическим занятиям	6	11
5	Электрические и магнитные свойства оксидов металлов.	Подготовка к практическим занятиям	6	11
6	Редкоземельные металлы и интерметаллические соединения.	Подготовка к практическим занятиям	6	11
7	Магнитомягкие материалы для низко- и высокочастотных применений.	Подготовка к практическим занятиям	6	10
8	Магнитотвердые материалы: методы получения, магнитные свойства, применение.	Подготовка к практическим занятиям	6	11
9	Магнитные жидкости: методы получения, свойства и техническое применение	Подготовка к практическим занятиям	6	11
Итого:			52	96

4.7. Курсовые работы/проекты не предусмотрены учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект лекций, методические указания к лабора-

торным работам, методические указания по курсовому проектированию, методические указания к самостоятельному изучению дисциплины, размещенные во внутренней сети и сайте кафедры) при подготовке к лекциям и практическим занятиям.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- вопросы к практическим работам;
- вопросы к зачету.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного/письменного зачета (включает в себя ответы на теоретические вопросы). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Критерий оценивания
зачтено	Студент показывает хорошие знания учебного материала по дисциплине, знает сущность и характеристику основных понятий, владеет терминологией. Студент способен логично и последовательно изложить учебный материал по дисциплине, раскрыть смысл вопросов по темам, дает удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы, систематически активен на практических занятиях и лабораторных работах.
не зачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки, владеет отрывочными знаниями основных понятий, дает неполные или неверные ответы на вопросы по темам курса. Текущая успеваемость по дисциплине неудовлетворительная, студент не участвует в работе на практических занятиях и лабораторных работах. Выполняет не все виды работ по дисциплине

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Бялик, А. Д. Материалы электронной техники. Полупроводники. Проводниковые материалы. Магнитные материалы : учебное пособие / Бялик А. Д. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 99 с. - ISBN 978-5-7782-3222-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232228.html> - Режим доступа : по подписке.

2. Герасимов, С. А. Материалы с особыми магнитными и электрическими свойствами : учебно-методическое пособие / С. А. Герасимов, Н. И. Каменская, Ю. А. Пучков и др. ; под ред. Н. И. Каменской. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. - 53 с. - ISBN 978-5-7038-5188-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703851883.html> - Режим доступа : по подписке.

3. Кекало, И. Б. Аморфные, нано- и микрокристаллические магнитные материалы : Лаб. практикум / Кекало И. Б., Шуваева Е. А. - Москва : МИСиС, 2008. - 248 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_359.html - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

1. Гусев, А. И. Нанокристаллические материалы / А. И. Гусев, А. А. Ремпель - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2000. - 224 с. - ISBN 5-9221-0075-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100750.html> - Режим доступа : по подписке.

2. Стародубцев, Ю. Н. Магнитомягкие материалы / Стародубцев Ю. Н. - Москва : Техносфера, 2011. - 664 с. - ISBN 978-5-94836-259-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948362595.html> - Режим доступа : по подписке.

в) методические рекомендации:

1. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Магнитные материалы и элементы» (для студентов очного и заочного отделений направления 13.04.02 – Электротехника и электротехнологии, магистерская программа «Исследование и совершенствование электрооборудования предприятий, организаций и учреждений») / Сост.: А.А. Ивженко. – Луганск: изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2022. – 36 с.

г) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

9. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

10. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

11. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

12. Аветисян Д.А. Основы автоматизированного проектирования электро-механических преобразователей [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/1947880/>

13. Бронов С.А., Марарескул А.В. Автоматизированное проектирование электромеханических систем. Организационно-методические указания по освоению дисциплины [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/180/u_org.pdf

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Магнитные материалы и элементы» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций, аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

Практические занятия: комплект электронных слайдов, аудитория с презентационной техникой (проектор, экран, ПК), ПО общего назначения, специализированное ПО.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com

Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Магнитные материалы и элементы»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-2	Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем	ПК–2.1. Осуществляет организацию сбора и изучения научно-технической информации по теме исследования и разработок; ПК–2.2. Проводит анализ и осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; ПК–2.3. Оформляет результаты научно-	Тема 1. Магнитные свойства электрона и электронной оболочки атома.	2
				Тема 2. Диамагнетизм и парамагнетизм.	2
				Тема 3. Макроскопические характеристики и теории спонтанного намагничивания ферромагнетиков.	2
				Тема 4. Основные виды взаимодействий в магнитном кристалле	2
				Тема 5. Доменные структуры, процессы	2

			исследовательских и опытно-конструкторских работ в соответствии с требованиями к нормативной документации в соответствующей области знаний.	намагничивания и перемангничивания ферромагнетиков	
				Тема 6. Металлические и неметаллические магнитные материалы	2
				Тема 7. Магнитные жидкости	2
				Тема 8. Магнитные наночастицы и нанокристаллические магнитные материалы	2
				Тема 9. Применение магнитных материалов в электротехнике	2

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК – 2	ПК–2.1. Осуществляет организацию сбора и изучения научно-технической информации	Знать: - методы математического анализа, физических основ электротехники; методы обработки и анализа экспериментальных результатов, оценки полученных экспериментальных данных;	Тема 1.	вопросы к практическим заданиям, вопросы к зачету
				Тема 2.	
				Тема 3.	
				Тема 4.	
				Тема 5.	
				Тема 6.	
				Тема 7.	
				Тема 8.	

	ции по теме исследования и разработок; ПК–2.2. Проводит анализ и осуществляет теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; ПК–2.3. Оформляет результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в соответствии с требованиями к нормативной документации в соответствующей области знаний.	- основные приемы идентификации математических моделей различных уровней. Уметь: - применять методы математического анализа при решении инженерных задач; - обрабатывать и анализировать результаты эксперимента, составлять практические рекомендации по использованию экспериментальных исследований; - представлять результаты экспериментов в виде отчетов, рефератов, публикаций. Владеть: - навыками анализа физических явлений в технических устройствах и системах, компьютерной техникой и информационными технологиями; - математическим аппаратом обработки экспериментальных данных; - навыками интерпретации и представления результатов исследования.	Тема 9.	
--	--	--	---------	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Магнитные материалы и элементы»

Оценочные средства для текущей аттестации (практические занятия):

Вопросы к практическим занятиям:

1. Взаимосвязь «состав-структура-дисперсность-свойства твердых тел».
2. Физические свойства диамагнетиков.
3. Явление парамагнетизма.
4. Обменные и магнитокристаллические взаимодействия.
5. Магнитные гистерезисные свойства.
6. Свойства магнитомягких материалов.
7. Типы магнитотвердых материалов.
8. Достоинства и недостатки аморфных материалов.
9. Природа спинстекольного состояния.
10. Магнитострикционные материалы.
11. Редкоземельные магнитные полупроводники.
12. Материалы с гигантским магнитным сопротивлением.
13. Композиционные магнитоэлектрические материалы.

14. Природа сверхпроводимости. Высокотемпературная сверхпроводимость.
15. Магнитооптические эффекты и устройства.
16. Методы исследования магнитных свойств.
17. Современные методы обработки результатов магнитных измерений.
18. Магнитная нейтронография.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству текущей аттестации (практические занятия):

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	выполнены все задания, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.
хорошо (4)	задания выполнены с несущественными недочетами или неточностями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями
удовлетворительно (3)	выполнены все задания с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями
незачтено (2)	Студентом допущены серьезные ошибки по содержанию, задания выполнены неправильно; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет):

Вопросы к зачету:

1. Энергия обменного взаимодействия двух атомов. Обменный гамильтониан Гейзенберга
2. Магнито жесткие многоподрешеточные оксидные магнетики – гексаферриты
3. Модель молекулярного поля Вейса
4. Магнитооптические явления в магнетиках: эффекты Фарадея и Керра
5. Антиферромагнетики. Модель Нееля. Температура Нееля
6. Гигантское магнитосопротивление в диамагнитно-замещенных манганитах РЗЭ.
7. Ферриты-гранаты, Кристаллическая структура и катионное распределение
8. Электрические свойства ферритов
9. Ортоферриты. Структура, магнитное упорядочение, спин-переориентационные переходы в ортоферритах
10. Магнетики с неколлинеарной магнитной структурой?
11. Магнетизм наноразмерных структур.
12. Исследование магнетизма методом мессбауэровской спектроскопии.
13. Магнитные жидкости. Области применения магнитных жидкостей.
14. Магнитное охлаждение.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточной аттестации (зачет):

Шкала оценивания	Критерий оценивания
Зачтено	Студент показывает хорошие знания учебного материала по дисциплине, знает сущность и характеристику основных понятий, владеет терминологией. Студент способен логично и последовательно изложить учебный материал по дисциплине, раскрыть смысл вопросов по темам, дает удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы, систематически активен на практических занятиях и лабораторных работах.
Не зачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки, владеет отрывочными знаниями основных понятий, дает неполные или неверные ответы на вопросы по темам курса. Текущая успеваемость по дисциплине неудовлетворительная, студент не участвует в работе на практических занятиях и лабораторных работах. Выполняет не все виды работ по дисциплине

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)