

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах **Часть 2**

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	11 (6.1)		Итого	
	18			
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	33
Практические	17	17	17	41
Итого ауд.	34	34	34	82
Контактная работа	34	34	34	82
Сам. работа	74	74	74	110
Итого	108	108	108	192

Программу составил(и):

кфмн, Доцент, Морченко Александр Тимофеевич

Рабочая программа

Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах Часть 2

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра технологии материалов электроники

Протокол от 21.06.2023 г., №10

Руководитель подразделения Костишин Владимир Григорьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Отразить последние достижения в учении о магнетизме конденсированного состояния вещества, их роль в создании новых функциональных магнитных материалов, расширяющих возможности построения перспективных элементов и устройств магнитной электроники, нанoeлектроники и микросистемной техники. Сформировать представления о современном состоянии физики магнитных явлений, классификации видов магнетизма конденсированных сред, в том числе низкоразмерных объектов различной топологии, разбавленных и гетерогенных систем, о механизмах их перемагничивания, об особенностях магнитных явлений и процессов в этих системах и магнитодинамике в переменных магнитных полях.
1.2	продемонстрировать примеры использования явлений и процессов, имеющих место в магнитоупорядоченных телах со сложной структурой с учетом размерного фактора, в современных устройствах магнитоэлектроники, спинтроники, микро- и наносистемах.
1.3	Подготовить основу для освоения курсов физики ферритов, электродинамики гиромангнитных сред, технологии материалов и элементов спинтроники и спин-волновой электроники, физики и техники магнитной записи, магнитных материалов для микро- и нанотехники, радиопоглощающих и радиоотражающих материалов.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.23
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Физика	
2.1.2	Физическая химия	
2.1.3	Информатика	
2.1.4	Химия	
2.1.5	Аналитическая геометрия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Научно-исследовательская работа	
2.2.2	Научно-исследовательская работа	
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-3: Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности
Знать:
ОПК-3-31 базы данных информации
ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники
Знать:
ПК-5-31 физические свойства магнитных систем различной размерности, влияния понижения размерности на физические явления в микро- и наносистемах для их использования в соответствии с тенденциями и перспективами развития технологии
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
Знать:
ОПК-1-32 Обладать знаниями в области обработки данных с помощью пакетов прикладных программ, методов статистического анализа и моделирования
ОПК-1-31 Иметь общеинженерные и естественнонаучные знания в области физики твердого тела, основ магнетизма
ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники
Уметь:
ПК-5-У1 формулировать цели и задачи научных исследований изделий микроэлектроники

ОПК-3: Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности
Уметь:
ОПК-3-У1 обрабатывать и анализировать данные
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
Уметь:
ОПК-1-У1 решать задачи в области профессиональной деятельности
ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники
Владеть:
ПК-5-В1 анализом перспективных технологий
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
Владеть:
ОПК-1-В1 методами математического анализа и моделирования
ОПК-1-В2 навыками профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний
ОПК-3: Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности
Владеть:
ОПК-3-В1 методами хранения данных

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Магнетизм микрочастиц и атомных магнитных систем							
1.1	Учение о магнетизме с древнейших времен до наших дней. Аналогии и связи в электричестве и магнетизме. Уравнения Максвелла и монополю Дирака. Магнетизм микрочастиц и электронной оболочки атома: векторная модель /Лек/	11	17	ОПК-1-31 ОПК-1-В2 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1			
1.2	Магнетизм микрочастиц и атомных магнитных систем /Пр/	11	13	ОПК-1-31 ОПК-1-В2 ПК-5-31	Л1.2Л2.1Л3.4 Э1			
1.3	Магнетизм микрочастиц и атомных магнитных систем /Ср/	11	17	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-В2 ПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.4 Э1			
	Раздел 2. Виды магнетизма в твердых телах. Классификация магнетиков. Основные виды взаимодействий в магнетиках							

2.1	Виды магнетизма. Классификация магнетиков. Системы физических величин в области физики магнитных явлений /Лек/	10	1	ОПК-1-31 ОПК-1-В2 ПК-5-31	Л3.1 Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 5 Э1			
2.2	Энергия взаимодействий различного типа в магнетиках. Обменное взаимодействие. Взаимодействие с внешним магнитным полем /Лек/	10	1	ОПК-1-31 ОПК-1-В2 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л3.1 Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 6 Э1			
2.3	Размагничивающее поле. Магнитостатическая энергия. Анизотропия формы /Лек/	10	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-В2 ПК-5-31	Л3.1 Л1.2Л2.1Л3. 10 Э1			
2.4	Магнитоупругое взаимодействие и магнитострикция. Магнитокристаллическая анизотропия. Однонаправленная анизотропия. Наведенная анизотропия. /Лек/	10	1	ОПК-1-31 ОПК-1-В2 ПК-5-31 ОПК-3-В1 ОПК-3-У1 ОПК-3-31	Л3.1 Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 6 Э1			
2.5	Энергия, связанная с магнитным состоянием твердых тел. определение равновесного состояния в магнитных системах /Пр/	10	8	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л3.1 Л1.2Л3.4Л3. 6 Э1			
2.6	Виды магнетизма в твердых телах. Классификация магнетиков. Основные виды взаимодействий в магнетизме /Ср/	11	28	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л3.1 Л1.2Л2.1Л3. 8 Э1			
	Раздел 3. Доменная структура и процессы перемагничивания. Магнитодинамика и магнитооптика							
3.1	Доменная структура магнитоупорядоченных тел /Лек/	10	2	ОПК-1-31	Л3.1 Л1.2Л2.1 Л3.4Л1.1 Э1			
3.2	Процессы перемагничивания. Магнитодинамика /Лек/	10	3	ОПК-3-У1	Л3.1 Л1.2Л2.2Л3. 10 Э1			
3.3	Магнитооптические явления /Лек/	10	1	ПК-5-У1	Л3.1Л3.6Л2. 1 Э1			
3.4	Магнитные резонансы /Лек/	10	2	ПК-5-В1	Л1.2Л2.1Л3. 10 Э1			
3.5	Основные виды и характеристики доменной структуры магнетиков /Пр/	10	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л3.1 Л1.2Л3.4Л2. 1 Э1			

3.6	Динамика процессов перемагничивания /Лаб/	10	8	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л3.1Л3.5Л3.10 Э1			
3.7	Магнитооптические явления и их применение /Пр/	10	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л3.1Л3.6Л3.9 Э1			
3.8	Магнетики в переменных полях. Магнитные резонансы /Пр/	10	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л3.1 Л1.2Л3.4Л3.10 Э1			
3.9	Доменная структура и процессы перемагничивания. Магнитодинамика и магнитооптика /Ср/	10	15	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л3.1 Л1.2Л3.4 Л3.6Л3.10 Э1			
	Раздел 4. Магнетизм низкоразмерных, разбавленных и гетерогенных систем							
4.1	Системы пониженной размерности /Лек/	10	2	ОПК-1-В1	Л3.1Л1.1Л3.9 Э1			
4.2	Магнетизм разбавленных и гетерогенных сред /Лек/	10	2	ПК-5-31	Л1.1 Л1.1 Л3.5Л2.1Л3.10 Э1			
4.3	Критические размеры в магнетизме. Магнитное состояние однодоменных частиц и суперпарамагнетизм /Ср/	11	29	ОПК-1-В2	Л3.1 Л1.2Л2.1 Л2.1 Л3.8Л3.10 Э1			
4.4	Магнетизм разбавленных систем /Пр/	10	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л1.1 Л1.1 Л3.5Л2.1 Л3.9Л3.10 Э1			
4.5	Магнетизм гетерогенных сред /Пр/	11	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л1.1 Л1.1 Л2.2Л3.9Л2.1 Э1			
4.6	Магнетизм низкоразмерных, разбавленных и гетерогенных систем /Ср/	10	21	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л3.1 Л1.2 Л3.5 Л2.2Л2.1 Л2.1 Л3.8 Л3.9Л1.1 Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Зачет с оценкой	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-5-31;ПК-5-У1;ОПК-3-31;ОПК-3-В1;ОПК-3-У1;ПК-5-В1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Природа магнетизма, магнитный момент, намагниченность 2. Аналогии и связи в электричестве и магнетизме. 3. Уравнения Максвелла и монополю Дирака. 4. Магнетизм микрочастиц и электронной оболочки атома: векторная модель 5. Правила Хунда 6. Типы (виды) магнетизма и магнитных веществ (их классификация) 7. Диамагнетизм и парамагнетизм 8. Основные виды взаимодействий (явлений), связанных с магнитным состоянием вещества (характерная энергия этих взаимодействий) 9. Обменное взаимодействие и магнитоупорядоченное состояние в веществе 10. Ферромагнетизм и ферромагнетики 11. Антиферромагнетизм и ферримагнетизм, слабый ферромагнетизм 12. Неколлинеарные магнитные структуры и системы 13. Аморфный магнетизм 14. Процессы намагничивания, петля гистерезиса 15. Перемагничивание магнетиков, петля гистерезиса и ее основные параметры 16. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость 17. Основные характеристики магнитных веществ (намагниченность, магнитная анизотропия, размагничивающее поле (анизотропия формы), коэрцитивная сила) 18. Влияние формы тела на кривую намагничивания, размагничивающий фактор 19. Температурная зависимость намагниченности в магнетиках, критические температуры 20. Доменная структура, виды доменов 21. Классификация доменов и доменных стенок 22. Равновесные (стационарные) состояния в однородно
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.			
Домашняя работа №1 (УК-4-У1, УК-1-У1, УК-4-В1, УК-4-В2, УК-4-В3, УК-1-В1, ПК-4-В1)			
По результатам каждого практического занятия проводятся контрольные мероприятия (УК-1-У1, УК-4-В3, ПК-4-В1)			
Примеры задач для контрольных мероприятий:			
1. Рассчитайте факторы спектроскопического расщепления для основного состояния ионов Gd^{3+} , Nd^{3+} и их магнитные моменты, пользуясь данными таблицы Менделеева и электронной конфигурацией электронной оболочки.			
2. Сильно вытянутая вдоль оси z осесимметричная однодоменная частица, изготовленная из ферромагнитного материала со значениями намагниченности насыщения и константы одноосной магнитной анизотропии, равными M и K_u соответственно, помещена в магнитное поле напряженностью H , направленное вдоль оси y . Направление оси легкого намагничивания совпадает с осью z . Определить равновесную ориентацию вектора магнитного момента частицы (θ, φ) . Нарисовать графики энергии частицы и полярного угла θ как функции внешнего поля: $E(H)$, $\sin \theta(H)$, $\theta(H)$.			
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)			
Билет зачета состоит из одного теоретического вопроса и двух задач. В билете приводятся типовые задачи, которые решались на практических занятиях в течение семестра. Билеты хранятся на кафедре.			
5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)			
Контроль качества освоения дисциплины (модуля) включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.			
Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля), промежуточная аттестация обучающихся - оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (модулю).			
Текущий контроль успеваемости включает в себя задания для самостоятельного выполнения и контрольные мероприятия по их проверке.			

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Крупичка С.	Физика ферритов и родственных им магнитных окислов	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1976
Л1.2	Боровик Е. С., Мильнер А. С.	Лекции по магнетизму: учеб. пособие для физ. спец. ун-тов	Библиотека МИСиС	Харьков: Гос. ун-т им. А. М. Горького, 1966

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кекало Игорь Борисович, Шуваева Евгения Александровна	Аморфные нано- и микрокристаллические магнитные материалы: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов напр. Физ. материаловедение и спец. Наноматериалы	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л2.2	Тарасов Вадим Петрович, Криволапова Ольга Николаевна, Дубынина Любовь Вячеславовна	Свойства аморфных ферромагнитных микропроводов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Кринчик Г. С.	Физика магнитных явлений	Электронная библиотека	Москва: Московский университет, 1976
Л3.2	Крупичка С.	Физика ферритов и родственных им магнитных окислов	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1976
Л3.3	Вонсовский С. В.	Магнетизм: магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков: монография	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1971
Л3.4	Киттель Ч., Гусев А. А.	Введение в физику твердого тела: учеб. руководство	Библиотека МИСиС	М.: МедиаСтар, 2006
Л3.5	Летюк Л. М., Костишин В. Г., Гончар А. В.	Технология ферритовых материалов магнитоэлектроники	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л3.6	Крутогин Дмитрий Григорьевич	Элементы и устройства магнитоэлектроники: Разд.: Магнитострикционные и магнитооптические устройства: Курс лекций для студ. спец. 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1985
Л3.7	Летюк Леонид Михайлович, Морченко Александр Тимофеевич, Захаров Н. А.	Материаловедение ферритов. Разделы: Процессы выращивания эпитаксиальных ферритовых пленок. Подложечные материалы, их особенности и области применения: Учеб. пособие для студ. спец. 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.8	Летюк Леонид Михайлович, Ануфриев Александр Николаевич, Морченко Александр Тимофеевич	Физика магнитных материалов: Лаб. практикум для студ. спец. 0648	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
ЛЗ.9	Кекало Игорь Борисович	Нанокристаллические магнитно-мягкие материалы: курс лекций для студ. физ.-хим. фак-та	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999
ЛЗ.10	Канева Ирина Ивановна, Крутогин Дмитрий Григорьевич, Андреев В. Г., Летюк Леонид Михайлович, Летюк Леонид Михайлович	Ферритовые материалы и компоненты магнитоэлектроники: практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	elibrary	elibrary.ru
----	----------	-------------

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	CAD
П.4	Microsoft Visual Studio 2015

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (http://biblioclub.ru/)
И.2	Электронно-библиотечная система Издательства Лань (https://e.lanbook.com/)
И.3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru/)
И.4	Scopus (www.scopus.com)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Формами работы в аудитории являются лекции и практические занятия. Чтение лекций проводится как в классической форме, так и с использованием мультимедийных презентаций и смешанных форматов подачи лекционного материала. Презентация позволяет иллюстрировать лекцию не только схемами и рисунками, которые есть в литературе, но и демонстрациями работы программ расчета параметров магнитных систем в реальном времени. Студентам предоставляется возможность копирования презентаций для самоподготовки и подготовки к итоговому контролю. В случае проведения мероприятий в форме совместного очно-дистанционного обучения студентов, одновременно присутствующих в аудитории и находящихся онлайн, имеется возможность скачивания видеозаписи занятия.

При проведении практических занятий преподавателю рекомендуется не менее 1 часа из двух (50% времени) отводить на самостоятельное решение задач. Практические занятия целесообразно строить следующим образом:

- вводное выступление преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены);
- решение типовых задач преподавателем с привлечением студентов к участию в обсуждении путей решения;
- самостоятельное решение расширенной задачи с демонстрацией студентами вариантов решений у доски и/или на компьютере;
- выполнение индивидуальных заданий в аудитории для студентов продвинутого уровня.

Для усвоения материала необходимо выполнить дополнительные задания для самостоятельного решения.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие ее формы:

- выполнение домашних заданий различного характера. Это – разработка алгоритмов, подбор и изучение литературных источников, поиск фактических данных, необходимых для решения задач; подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса в сети Интернет;
- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы.

Индивидуальные задания могут получать как каждый студент, так и все студенты группы.

Консультации могут проводиться в т.ч. с использованием интернет-технологий: e-mail, Skype, MS Teams (в частности, в форме видеоконференций), организации рабочей группы в социальной сети и других форм взаимодействия (телефон, Viber, WhatsApp, etc.)

Лекции должны носить установочный и обзорный характер. Студент знакомится с общей проблематикой и терминологией (в том числе и на английском языке), основными положениями рассматриваемой темы. При представлении материала рекомендуется использовать презентации, подготовленные в PowerPoint. Слайды должны носить иллюстративный характер и не должны излишне перегружаться текстом и стандартными математическими преобразованиями.

По окончании изложения лекционного материала обозначается перечень тем практических занятий, посвященных рассмотренным вопросам, указывается график их рассмотрения и рекомендованная дополнительная литература для углубленного изучения проблемы.

К моменту проведения практического занятия студент должен изучить материалы по заявленной теме на уровне понимания, в рамках источников, предложенных лектором, или по выбору студента. В частности, для углубленного освоения отдельных вопросов по всем разделам программы весьма целесообразно руководствоваться следующими учебниками, написанными сотрудниками кафедры Технологии материалов электроники:

Физика магнитных явлений в твердых телах // Л.М. Летюк, М.Н. Шипко, А.Т. Морченко и др. (шифр П-6 Ф-503): Т.1, 1995; Т.2, 1996.

Практические занятия проводятся в форме диалога между студентом и преподавателем, и призваны формировать у студентов углубленное понимание как общих, так и частных вопросов физики магнитных явлений как в объемных сплошных телах, так и в разбавленных и низкоразмерных системах, гетерогенных средах и структурах, а также возможности построения приборов в интегральном исполнении, нано- и микроустройств на их основе. В первую очередь преподаватель должен поинтересоваться, все ли аспекты рассматриваемой проблемы изложены понятно и ответить на вопросы студентов, а затем, беседуя с аудиторией, выяснить правильность, целостность и логическую стройность сформировавшихся у студентов представлений и, в случае необходимости, устранить пробелы и скорректировать складывающуюся картину.

В процессе проведения практического занятия студенты должны в краткой письменной форме зафиксировать суть рассмотренных задач и методов их решения.

При выполнении заданий, связанных с компьютерным моделированием в рамках представлений физики магнетизма рекомендуется использовать Excel, Mathcad и т.п. программные продукты.