

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра общей физики и дидактики физики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ И
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ
СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ»**

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Магистерская программа: Компьютерная физика

Образовательная программа: Магистратура

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана физико-технического
факультета

 С. А. Фоменко

«17» апреля 2020 г.

МП

Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 03.04.02 Физика (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 августа 2015 г. № 913;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;

учебного плана и основной образовательной программы Компьютерная физика, направления подготовки 03.04.02 Физика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:


доцент, к.ф.-м.н., доцент
кафедры общей физики и дидактики
физики

 А. В. Безус

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики

Протокол № 13 от «09» апреля 2020 г.


Заведующий кафедрой

 Н. Г. Малюк

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

 В. Н. Котенко

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Физика магнитных явлений и высокотемпературная сверхпроводимость» является вариативной частью Блока Б1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Дисциплина реализуется на физико-техническом факультете ГОУ ВПО ДонНУ кафедрой общей физики и дидактики физики.

Этот курс опирается на теоретическую и практическую подготовку студентов, полученную при изучении дисциплин бакалавриата: «Общая и экспериментальная физика (Электричество и магнетизм)», «Общая и экспериментальная физика (Оптика)», «Общая и экспериментальная физика (Физика атома и атомных явлений)», «Общая и экспериментальная физика (Физика атомного ядра и частиц)», «Квантовая механика», а также при изучении предшествующих дисциплин «Общая и экспериментальная физика (Механика)», «Общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика)», «Теория вероятности и математическая статистика», «Теория функций комплексного переменного», «Векторный и тензорный анализ», «Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление», «Методы математической физики», «Численные методы и математическое моделирование. Интегрированные системы и компьютерная графика».

Изучение дисциплины основано также на теоретической и практической подготовке студентов, полученной при изучении дисциплин магистратуры первого года обучения: «Квантовая теория твердых тел», «Математические методы теоретической физики», «Компьютерные средства анализа экспериментальных данных» и «Специальные методы решения физических задач».

Полученные знания используются студентами при изучении сопутствующих дисциплин: «Решение экспериментальных физических задач», «Специальный научный семинар», а также во время выполнения научно-исследовательской работы и при написании магистерской диссертации.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	03.04.02 Физика	
Магистерская программа	Компьютерная физика	
Образовательная программа	магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	экзамен – 3 семестр	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	
Год подготовки		
Семестр		
Количество часов	144	
- лекционных	12	
- практических, семинарских	36	
- лабораторных		
- самостоятельной работы	96	

в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	4	
в т.ч. аудиторных		

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи.

Цель – сформировать у будущих магистров основных представлений в области наиболее передовых теоретических предположений и разработок по физике магнитных явлений и физике низких температур, а также способах получения высокотемпературных сверхпроводников и перспективах их практического применения.

Задачи – дать представление о современных теоретических представлениях о пара-, диа- и ферромагнетизме металлов и диэлектриков. Проанализировать различные элементы магнитной структуры и процессов намагничивания ферромагнетиков, дать представление о многоподрешеточных магнетиках: ферритах-шпинелях, ферритах гранатах, гексаферритах и др. Рассмотреть поведение магнитоупорядоченных кристаллов в переменном магнитном поле. Дать феноменологическое описание термодинамики и электродинамики сверхпроводников, основ микроскопической теории сверхпроводимости, включая туннельный эффект в сверхпроводниках и эффект Джозефсона, особенности применения сверхпроводников в электронике и электротехнике. Дать понятия об основных типах и физических свойствах высокотемпературных сверхпроводников, ознакомить с оксидными высокотемпературными сверхпроводниками, дать теоретические основы в технологии получения ВТСП различных составов.

Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины «Физика магнитных явлений и высокотемпературная сверхпроводимость» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки направления подготовки 03.04.02 Физика и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: компьютерная физика):

а) общекультурных компетенций (ОК):

Наименование категории (группы)	Код и наименование универсальной компетенции выпускника
	ОК-1. Способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.
	ОК-3. Готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

б) общепрофессиональных (ОПК):

Наименование категории (группы)	Код и наименование общепрофессиональной компетенции выпускника
	ОПК-3. Способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ.
	ОПК-5. Способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки.
	ОПК-6. Способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.

в) профессиональных (ПК):

Наименование типа задачи профессиональной деятельности	Код и наименование профессиональной компетенции выпускника
научно-исследовательская и проектная деятельность	ПК-1. Способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта.
научно-инновационная деятельность	ПК-2. Способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.
	ПК-3. Способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности.
организационно-управленческая деятельность	ПК-4. Способностью планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции.
	ПК-5. способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей.

В результате прохождения практики студент должен**Знать:**

- основные явления и эксперименты по магнетизму;
- физические понятия и величины, необходимые для описания магнитных явлений;
- методы физических исследований и измерений;
- базовые модели теории магнетизма и сильно-коррелированных электронных систем;
- физические принципы, законы и теории;
- применение магнитодинамики в технике;
- основные теории явления сверхпроводимости;
- кристаллохимические особенности и критические параметры ВТСП;
- физические основы сверхпроводимости и сверхтекучести;
- физические основы теории электронного транспорта в металле;
- особенности применения сверхпроводников в электронике.

Уметь:

- систематизировать результаты наблюдений;
- выявлять существенные признаки магнитных явлений;
- устанавливать характерные закономерности при наблюдении и экспериментальных исследованиях магнитных явлений и процессов;
- применять для описания физических явлений известные теоретические модели;
- давать определения основных понятий и величин магнитодинамики;
- формулировать основные законы и границы их применимости;
- решать физические задачи по магнетизму;
- применять знание теории магнетизма для анализа незнакомых физических ситуаций;
- правильно выбирать и применять адекватные базовые модели и подходы физики сверхпроводимости и сильно-коррелированных электронных систем при решении

конкретных теоретических и прикладных задач;

- грамотно подбирать условия получения высокотемпературных материалов, исследовать их основные свойства и практически повышать критические параметры.

Владеть навыками:

- измерения основных магнитных величин;
- проведения исследований с использованием основных экспериментальных методов;
- численных расчетов физических величин при решении физических задач и обработке экспериментальных результатов;
- повышения критических характеристик и областях применения ВТСП-материалов.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер, тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1	
Тема 1. Пара- и диамагнетизм.	Магнитные характеристики. Термодинамические соотношения. Строение электронных оболочек переходных и редкоземельных ионов. Пара- и диамагнетизм свободных ионов. Пара- и диамагнетизм металлов. Теоретико-групповая классификация энергетических уровней ионов в кристаллах. Теория кристаллического поля. Молекулярные орбитали. Магнитные свойства ионов в кристаллах.
Тема 2. Ферромагнетизм.	Теория молекулярного поля Вейсса. Молекула водорода и обобщение теории на N атомов. Модель Френкеля-Гейзенберга. Спиновые волны. Зонная теория металлов. Теоретико-групповая классификация электронных состояний в металлах. Критерий ферромагнетизма 3d-металлов. Косвенный обмен в ферродиелектриках. Обмен через электроны проводимости. (s-d) обменная модель Вонсовского.
Тема 3. Доменная структура и процессы намагничивания.	Энергия обменного взаимодействия. Магнитная кристаллографическая анизотропия. Магнитоупругая и магнитостатическая энергия. Доменные границы и доменная структура. Уравнение Ландау-Лифшица. Процессы смещения доменных границ и процессы вращения вектора намагниченности. Тонкие ферромагнитные пленки.
Тема 4. Многоподрешеточные магнетики.	Антиферромагнетики. Слабые ферромагнетики. Ферриты-шпинели. Теория ферромагнетизма Нееля. Ферриты-гранаты. Сложные магнитные структуры.
Тема 5. Поведение магнитных кристаллов в переменных магнитных полях.	Ферромагнитный и ферримагнитный резонанс. Магнитный резонанс в антиферромагнетиках и слабых ферромагнетиках. Резонанс и релаксация доменных границ. Магнитооптические эффекты. Исследование магнитных кристаллов магнитооптическими методами.
Содержательный модуль 2	
Тема 6.	История открытия сверхпроводимости. Магнитные свойства

Основные свойства сверхпроводников.	сверхпроводников. Термодинамика сверхпроводников. Высокотемпературная сверхпроводимость.
Тема 7. Линейная электродинамика сверхпроводников.	Развитие теории сверхпроводимости. Уравнение Лондонов. Нелокальная электродинамика сверхпроводников. вандерваальсовское вентивание магнитного потока.
Тема 8. Распределение магнитного поля в сверхпроводниках.	Пластина в параллельном поле, пластина с током, пленка над экраном. Кинетическая индуктивность. Комплексная проводимость сверхпроводника. Скин-эффект и поверхностный импеданс.
Тема 9. Теория сверхпроводимости Гинзбурга-Ландау.	Свободная энергия сверхпроводников. Уравнения Гинзбурга-Ландау. Длина когерентности и глубина проникновения. Энергия границы раздела между нормальной и сверхпроводящей фазами. Критическое поле тонкой пленки, критический ток тонкой пленки.
Тема 10. Сверхпроводимость второго рода.	Поле одиночного вихря, первое критическое поле. Взаимодействие вихрей, второе критическое поле. Критический ток, пиннинг. Физические свойства и кристаллографическая структура ВТСП-систем. Необычные нормальные свойства и фазовая диаграмма ВТСП-систем.
Тема 11. Микроскопическая теория сверхпроводимости.	Электрон-фотонное взаимодействие. Основное состояние сверхпроводника. Спектр элементарных возбуждений сверхпроводника. Незатухающий ток и эффект Мейснера.
Тема 12. Туннельный эффект в сверхпроводниках.	Переход металл-изолятор-металл, переход металл-изолятор-сверхпроводник. Переход сверхпроводник-изолятор-сверхпроводник. Детектирование электромагнитных волн.
Тема 13. Эффект Джозефсона.	Джозефсоновское туннелирование. Стационарный эффект Джозефсона. Нестационарный эффект Джозефсона.

Тематический план

Содержательный модуль 1											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
Тема 1. Пара- и диамагнетизм.		1	3		9						
Тема 2. Ферромагнетизм.		1	3		9						
Тема 3. Доменная структура и процессы намагничивания.		1	4		10						

Тема 4. Многоподрешеточные магнетики.		1	4		10							
Тема 5. Поведение магнитных кристаллов в переменных магнитных полях.		2	4		10							
Итого по содержательному модулю 1	72	6	18		48							
Содержательный модуль 2												
Тема 6. Основные свойства сверхпроводников.		0,5	2		6							
Тема 7. Линейная электродинамика сверхпроводников.		0,5	2		6							
Тема 8. Распределение магнитного поля в сверхпроводниках.		0,5	2		6							
Тема 9. Теория сверхпроводимости Гинзбурга-Ландау.		1	2		6							
Тема 10. Сверхпроводимость второго рода.		0,5	2		6							
Тема 11. Микроскопическая теория сверхпроводимости.		1	2		6							
Тема 12. Туннельный эффект в сверхпроводниках.		1	3		6							
Тема 13. Эффект Джозефсона.		1	3		6							
Итого по содержательному модулю 2	72	6	18		48							
Всего часов	144	12	36		96							

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

№ n/n	Название темы	Количество часов
1	Пара- и диамагнетизм.	1
2	Ферромагнетизм.	1
3	Доменная структура и процессы намагничивания.	1
4	Многоподрешеточные магнетики.	1
5	Поведение магнитных кристаллов в переменных магнитных полях.	2
6	Основные свойства сверхпроводников.	0,5
7	Линейная электродинамика сверхпроводников.	0,5
8	Распределение магнитного поля в сверхпроводниках.	0,5
9	Теория сверхпроводимости Гинзбурга-Ландау.	1
10	Сверхпроводимость второго рода.	0,5
11	Микроскопическая теория сверхпроводимости.	1
12	Туннельный эффект в сверхпроводниках.	1
13	Эффект Джозефсона.	1
	ВСЕГО	12

Темы практических занятий

№ n/n	Название темы	Количество часов
1	Изучение температурных зависимостей магнитной восприимчивости парамагнетика, ферромагнетика, антиферромагнетика.	2
2	Проникновение магнитного поля в сверхпроводник. Вихри.	3
3	Зависимость периода осцилляций от внешнего магнитного поля.	3
4	Обменное взаимодействие и его энергия. Косвенное обменное взаимодействие. Спин-орбитальное взаимодействие. Магнитное дипольное взаимодействие. Сверхтонкое взаимодействие. Взаимодействие Дзялошинского-Мория.	2
5	Расчет уровней энергии ионов группы железа в кристаллическом поле лигандов. Расчет эффективного g-фактора.	3
6	Теория фазовых переходов Ландау.	3
7	Ферромагнитный резонанс (без учета затухания и с учетом затухания). Влияние размеров образца, анизотропии, доменной структуры на резонансную частоту.	3
8	Магнитные вещества в переменных магнитных полях. Уравнение Ландау-Лифшица-Гильберта. Тензор магнитной восприимчивости и магнитной проницаемости.	3
9	Резонанс и релаксация доменных границ. Релаксационные процессы в ферромагнетиках. Магнитная вязкость. Предельная скорость движения границ.	2
10	Продольная и поперечная восприимчивость, их температурная	2

	зависимость. Спин-флоп и спин-флип переходы. Антиферромагнитные вещества.	
11	Ферриты со структурой граната, шпинели, гексагональные ферриты. Геликоидальные магнетики. Применение ферритов в технике.	3
12	Слабый ферромагнетизм. Точка Морица. Взаимодействие Дзялошинского–Мория. Поведение слабых ферромагнетиков во внешнем магнитном поле.	2
13	Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс.	2
14	Сверхпроводимость. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства.	3
	ВСЕГО	36

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов по курсу «Физика магнитных явлений и высокотемпературная сверхпроводимость» предусматривает:

- систематическое посещение лекционных занятий, ведение конспекта лекций;
- повседневное изучение лекционного материала и содержания технической литературы, рекомендуемые этой программой и рабочим учебным планом;
- добросовестную подготовку к практическим занятиям;

Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	2	3
1	Диамagnetизм и парамагнетизм	16
2	Ферромагнетики	16
3	Квантование спиновых операторов	16
4	Уравнения движения магнитного момента	16
5	Антиферромагнетики	16
6	Домены и доменные границы	16
	ВСЕГО	96

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.

Индивидуальные задания не предусмотрены учебным планом.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Примерные задачи курса «Физика магнитных явлений и высокотемпературная сверхпроводимость»

1. Выразить плотность потока электромагнитной энергии через волновой вектор, падающей на некоторую поверхность Σ , если ЭМ-волна – монохроматическая и линейно-поляризованная с частотой ω и волновым вектором \vec{k} .
2. Получить два уравнения Максвелла, содержащие производные по времени, пользуясь вариационным принципом.
3. Сформулировать математическое утверждение, позволяющее адекватно описывать неравновесные и необратимые процессы и на двух классических примерах 1. Вывод уравнений Гинзбурга-Ландау и 2. Описание петли гистерезиса. Доказать его корректность.
4. Получить уравнение, описывающее нелинейную теплопроводность и провести его анализ для однородного случая (без учета зависимости от координат).
5. Вычислить зависимость тензора магнитной восприимчивости от частоты ω линейно – поляризованного радиочастотного поля $\vec{h}(t) = \vec{h}_0 e^{i\omega t}$, где \vec{h}_0 – его амплитуда, действующего на ферромагнетик.
6. Вычислить свободную энергию F тонкой ферромагнитной пластинки толщиной δ .
7. Проанализировать в каких случаях возможно взаимодействие падающего на некоторую среду фотона с фотоном этой среды.
8. Вычислить время остывания сферического, массивного четырехслойного тела, центральное ядро которого разогрето до заданной температуры T_4 , а само тело помещено в термостат с температурой T_0 .
9. Решить одномерное уравнение теплопроводности Фурье, не прибегая к разложению в интеграл Фурье (или Лапласа) и не пользуясь методом разделения переменных!
10. Описать математически координатное изменение химического потенциала двух соприкасающихся (но не растворяющихся друг в друге!) веществ, когда обе фазы находятся в состоянии термодинамического равновесия.
11. Получить распределения Бозе и Ферми.
12. * Вывести закон Кулона для двух зарядов q_1 и q_2 , находящихся в вакууме.
13. Получить уравнение «движения» фазового объема и доказать с его помощью уравнение непрерывности, показав, тем самым, его справедливость только для консервативной системы.
14. Вычислить собственные уровни энергии частицы в потенциальной яме конечной глубины в одномерном случае и проанализировать полученное трансцендентное уравнение.
15. Вычислить теплоемкость и магнитную восприимчивость газа водорода при $T \neq 0$.
16. Двумерный поток электронов падает на сверхпроводник цилиндрической формы в условиях, когда внешнее магнитное поле \vec{H} направлено параллельно оси цилиндра z. Радиус сверхпроводящего цилиндра равен b. Требуется вычислить сечение рассеяния s-электронов σ в двух случаях: а) Скорость электронов мала и б) Скорость (или энергия) велика.
17. Вычислить вероятность туннелирования и коэффициент отражения частицы через двойной потенциальный барьер.
18. Определить поправку к тензору проводимости металла σ_{ik} , где $i, k = z, y, x$, обусловленную слабым отклонением поверхности Ферми от сферической формы.
19. Вычислить с помощью кинетического уравнения коэффициент термоэлектрической движущей силы (сокращенно термоэдс) в эффекте Зеебека.
20. Вычислить вероятность туннельного эффекта частицы массой m и зарядом e сквозь атом, расположенный на круговой орбите ее движения, но только не благодаря поступательному движению, а за счет ее ускорения приложенным перпендикулярно траектории движения внешним магнитным полем. Радиус круговой орбиты есть r_0 , который совпадает с ларморовским радиусом частицы в магнитном поле.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки: **03.04.02 Физика**
 Магистерская программа: **Компьютерная физика**
 Программа подготовки: **магистратура**
 Семестр: **3**
 Учебная дисциплина: **Физика магнитных явлений и высокотемпературная сверхпроводимость**

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ВАРИАНТ №1

1. Выразить плотность потока электромагнитной энергии через волновой вектор, падающей на некоторую поверхность Σ , если ЭМ-волна – монохроматическая и линейно-поляризованная с частотой ω и волновым вектором \vec{k} .
2. Вычислить теплоемкость и магнитную восприимчивость газа водорода при $T \neq 0$

Утверждено на заседании кафедрой общей физики и дидактики физики,
 протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

Преподаватель _____

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	15
Задание 2	15
Всего	30

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Теоретические вопросы к экзамену

1. Строение электронных оболочек переходных и редкоземельных ионов.
2. Пара- и диамагнетизм свободных ионов.
3. Пара- и диамагнетизм металлов.
4. Теоретико-групповая классификация энергетических уровней ионов в кристаллах.
5. Теория кристаллического поля.
6. Магнитные свойства ионов в кристаллах.
7. Теория молекулярного поля Вейсса.
8. Модель Френкеля-Гейзенберга.
9. Спиновые волны.
10. Зонная теория металлов.
11. Теоретико-групповая классификация электронных состояний в металлах.
12. Критерий ферромагнетизма 3d-металлов.
13. Косвенный обмен в ферродиелектриках.
14. (s-d) обменная модель Вонсовского.

15. Энергия обменного взаимодействия.
16. Магнитная кристаллографическая анизотропия.
17. Магнитоупругая и магнитостатическая энергия.
18. Доменные границы и доменная структура.
19. Уравнение Ландау-Лифшица.
20. Процессы смещения доменных границ и процессы вращения вектора намагниченности.
21. Тонкие ферромагнитные пленки.
22. Антиферромагнетики.
23. Слабые ферромагнетики.
24. Ферриты-шпинели.
25. Ферриты-гранаты.
26. Сложные магнитные структуры.
27. Теория ферромагнетизма Нееля.
28. Ферромагнитный и ферримагнитный резонанс.
29. Магнитный резонанс в антиферромагнетиках и слабых ферромагнетиках.
30. Магнитооптические эффекты.
31. Исследование магнитных кристаллов магнитооптическими методами.
32. Термодинамика и магнитные свойства сверхпроводников, развитие теории сверхпроводимости.
33. Уравнение Лондонов.
34. Комплексная проводимость, кинетическая индуктивность сверхпроводника.
35. Скин-эффект и поверхностный импеданс в сверхпроводниках.
36. Уравнения Гинзбурга-Ландау.
37. Длина когерентности, глубина проникновения, сверхпроводники I и II рода.
38. Критическое поле и критический ток тонкой сверхпроводящей пленки.
39. Поле одиночного вихря, первое критическое поле сверхпроводника второго рода.
40. Взаимодействие вихрей, второе критическое поле сверхпроводника II рода.
41. Критический ток в сверхпроводниках второго рода.
42. Электрон-фононное взаимодействие, основное состояние сверхпроводника.
43. Спектр элементарных возбуждений сверхпроводника.
44. Туннельный эффект в сверхпроводниках.
45. Джозефсоновское туннелирование.
46. Стационарный и нестационарный эффекты Джозефсона.
47. История открытия сверхпроводимости и ВТСП.
48. Кристаллическая и зонная структура твердых тел.
49. Основные типы кристаллических структур ВТСП, основной элемент и мобильная подрешетка.
50. Особенности зонной структуры ВТСП. Поверхность Ферми металлов и ВТСП.
51. Основные методы изучения кристаллической структуры ВТСП. Критические параметры ВТСП.
52. Особенности химической природы ВТСП.
53. Медь-кислородные перовскитные блоки и легко поляризующиеся ионы в структуре ВТСП.
54. Химическая сложность и проблемы получения ВТСП с заданными свойствами.
55. Особенности физических и сверхпроводящих свойств.
56. Фазовые соотношения и анализ перспектив разработки новых методов получения ВТСП-материалов.
57. Катионный и анионный состав и структура ВТСП.
58. Зависимость структуры твердого раствора от катионного и анионного состава.
59. Висмутовые ВТСП, ртутники. "Химическое давление" и геометрическая стабильность структуры ВТСП.
60. Методы синтеза ВТСП-фаз и получение ВТСП-материалов.

61. Диаграммы Time-Temperature-Transformation как метод контроля твердофазного распада ВТСП.
62. Криохимическая и RESS технология. Ленты, тонкие пленки, керамика и монокристаллы.

Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

<i>Направление подготовки:</i>	03.04.02 Физика
<i>Магистерская программа:</i>	Компьютерная физика
<i>Программа подготовки:</i>	магистратура
<i>Семестр</i>	3
<i>Учебная дисциплина</i>	Физика магнитных явлений и высокотемпературная сверхпроводимость

БИЛЕТ №1

1. Пара- и диамагнетизм свободных ионов.
2. Туннельный эффект в сверхпроводниках.

Утверждено на заседании кафедрой общей физики и дидактики физики, протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

Преподаватель _____

Критерии оценивания экзамена

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	20
Всего	50 баллов

11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Не предусмотрено

12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение контрольных работ и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

*Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины*

Форма контроля	Максимальное количество баллов
Контрольная работа №1	10
Контрольная работа №2	10
Модульный контроль	30
Экзамен	50

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

Экзамен оценивается в 50 баллов.

Для оценки экзамена преподаватель руководствуется следующими принципами:

50 баллов – показаны систематические и глубокие знания при ответе на теоретические вопросы билета, выполнена практическая часть билета в полном объеме;

45 баллов – показаны систематические и глубокие знания при ответе на теоретические вопросы билета, выполнена практическая часть билета в полном объеме, но при ответе допущены несущественные ошибки;

40 баллов – показаны не систематические и не глубокие знания при ответе на теоретические вопросы билета, практическая часть билета выполнена не в полном объеме, при ответе допущено несколько существенных ошибок;

30 баллов – показаны поверхностные знания при ответе на теоретические вопросы билета, практическая часть билета не выполнена, при ответе допущено много существенных ошибок;

20 баллов – показаны очень поверхностные знания, даны частичные ответы на простые вопросы по знанию основных определений и формул, воспроизведены отдельные фрагменты материала с помощью экзаменатора;

10 баллов – показаны очень поверхностные знания, даны частичные ответы на простые вопросы по знанию основных определений и формул, не воспроизведены отдельные фрагменты материала с помощью экзаменатора;

0 – полное незнание материала.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской. Практические занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Вонсовский С.В. Магнетизм. Магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков. [Электронный ресурс] М.: Наука, 1971. – 1032 с. Электронные данные, URL: https://www.twirpx.com/file/92748/ (в свободном доступе)	+	-
2.	Кринчик Г.С. Физика магнитных явлений. [Электронный ресурс]. М.: МГУ, 1976. –367 с. Электронные данные, URL: https://www.twirpx.com/file/226890/ (в свободном доступе)	+	-
3.	Высокотемпературные сверхпроводники. /Под ред. Д. Нелсона, М. Уиттингема, Т. Джоржа. [Электронный ресурс] М.: Мир, 1988. – 400 с. Электронные данные, URL: https://www.twirpx.com/file/92749/ (в свободном доступе)	+	-
4.	В.В. Шмидт, Введение в физику сверхпроводников. [Электронный ресурс] М.: Наука, 1982. – 396 с. Электронные данные, URL: https://www.twirpx.com/file/173439/ (в свободном доступе)	-	+
<i>Дополнительная литература</i>			
5.	Антонов, Ю.Ф. Сверхпроводниковые топологические электрические машины : монография / Ю.Ф. Антонов, Я.Б. Данилевич. – М.: Физматлит, 2009. – 366 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67598 (дата обращения: 28.01.2020). – ISBN 978-5-9221-1092-1. – Текст : электронный.	-	+
6.	С.О. Гладков Сборник задач по теоретической и математической физике [Электронный ресурс] – М.: Физматлит, 2010. –488 с. Электронные данные, URL: https://www.researchgate.net/publication/283345637_Sbornik_zadac_po_teoreticeskoj_i_matematiceskoj_fizike (в свободном доступе)	-	+

15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Сайт ГОУ ВПО «ДонНУ», URL: <http://donnu.ru/> (дата обращения 15.04.2019)
2. Библиотека ГОУ ВПО «ДонНУ», URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения 15.04.2019)
3. Научная библиотека, URL: <http://elibrary.ru> (дата обращения 15.12.2018)
4. МОН ДНР, URL: <http://mondnr.ru/> (дата обращения 20.05.2019)

16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Kaspersky Antivirus Free (лицензия Kaspersky Antivirus EULA);
5. Adobe Acrobat Reader (лицензия Adobe EULA).

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики с изменениями (без изменений) на 20_____ учебный год.

Протокол № ____ от “ ____ ” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой

Н. Г. Малюк

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики с изменениями (без изменений) на 20_____ учебный год.

Протокол № ____ от “ ____ ” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой

Н. Г. Малюк

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики с изменениями (без изменений) на 20_____ учебный год.

Протокол № ____ от “ ____ ” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой

Н. Г. Малюк