

**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**  
**«ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ ФИЗИКИ**  
**КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ»**

Направление подготовки:	44.04.01 Педагогическое образование
Магистерская программа:	Информатика в физическом образовании
Программа подготовки:	магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	очная, заочная

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 44.04.01 Педагогическое образование (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 февраля 2018 г. N 126.

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 Информатика в физическом образовании, направления подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:


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

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

ст.преподаватель,  
кафедры общей физики и дидактики  
физики

 А. В. Безус

 А. В. Головчан

 Ю. В. Шерстюк

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 «Избранные главы физики конденсированного состояния» является вариативной частью дисциплин «Обязательные дисциплины» Блока Б1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование.

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.

Эта дисциплина закладывает фундамент научно-методической подготовки будущих исследователей в области компьютерной физики. Полученные знания и умения используются студентами при изучении следующих дисциплин: «Физика высоких энергий», «Научный семинар», а также во время выполнения «Научно-исследовательской работы (распределенной)», прохождения «Производственной практики (научно-исследовательской работы)», «Производственной практики (преддипломной, подготовки ВКР: магистерской диссертации)».

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	44.04.01 Педагогическое образование	
Магистерская программа	Информатика в физическом образовании	
Образовательная программа	магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	3	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	дифференцированный зачет – 1 семестр экзамен – 2,3 семестр	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	9	
Год подготовки	1, 2	
Семестр	1, 2, 3	
Количество часов	324	
- лекционных	46	
- практических, семинарских	46	
- лабораторных		
- самостоятельной работы	232	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	6, 7, 5	
в т.ч. аудиторных	2; 2; 2	

### 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Цели и задачи.

**Цель** дисциплины «Избранные главы физики конденсированного состояния» состоит в углублении у будущих магистров по направлению подготовки «Педагогическое образование» знаний по ряду теоретических проблем в области физики конденсированного состояния и знакомство с проблемами современной физики полупроводников, физического материаловедения; изучение современной физики полупроводников, физического материаловедения; приобретение опыта использования методов изучения свойств материалов; изучение фундаментальных понятий, законов и теорий, относящихся к физике конденсированного состояния вещества; изучение методов физических исследований физики конденсированного состояния. 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.

Способствовать освоению студентами основных разделов курса «Избранные главы физики конденсированного состояния», необходимых для дальнейшей успешной научной деятельности.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** Процесс изучения дисциплины «Избранные главы физики конденсированного состояния» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки направления подготовки 44.04.01 Педагогическое образование и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 44.04.01 Педагогическое образование (магистерская программа: информатика в физическом образовании):

#### **универсальных (УК):**

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);

#### **б) общепрофессиональных (ОПК):**

- способен проектировать педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний и результатов исследований (ОПК-8);

#### **в) профессиональных (ПК):**

##### **педагогическая деятельность:**

- способность руководить исследовательской работой обучающихся (ПК-3);
- способность анализировать результаты научных исследований, применять их при решении конкретных научно-исследовательских задач в сфере науки и образования, самостоятельно осуществлять научное исследование (ПК-5);

- готовность использовать индивидуальные креативные способности для самостоятельного решения исследовательских задач (ПК-6).

### **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.
- классификации кристаллических структур твердых тел;
- методы исследования их структуры и основных физических свойств;
- типы химической связи в кристаллах;
- основные приближения, используемые при описании свойств твердых тел;
- современное состояние науки в области физики конденсированных сред;
- основные понятия, явления, принципы и законы, относящиеся к данной области науки;
- методы получения и экспериментального исследования структуры и физических свойств конденсированных сред;
- основные методы математического описания физических процессов, протекающих в конденсированных средах;
- методы исследования функциональных характеристик конденсированных сред;
- современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в сфере физики конденсированного состояния.

#### ***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;

- вести информационный поиск необходимых для научных исследований источников;
- ориентироваться в базовых методах и моделях, которые используются в современной физике;
- выбирать математические методы и критически оценивать область применения выбранных математических методов, необходимых для описания физических процессов, протекающих в конденсированных средах;
- рационально организовывать научную работу в выбранной области физики конденсированных сред;
- раскрывать механизмы научного поиска, выбирать и применять методы исследования физических свойств, функциональных характеристик конденсированных сред.
- проводить анализ поставленной физической задачи.

***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.
- навыками проведения анализа поставленной физической задачи;
- навыками вычисления термодинамических и кинетических характеристик твердых тел.
- научно-технической терминологией физики конденсированных сред;
- основами математических методов описания структуры, состояния и свойств конденсированных сред;
- современными технологиями сбора, обработки и структурирования научной информации;
- способами осмысления и критического анализа научной информации.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер, тема	Краткое содержание темы
<b>Содержательный модуль 1</b>	
<b>Тема 1.</b>	Кристаллические и аморфные тела. Строение кристаллов. Трансляционная симметрия. Элементарная ячейка. Решетки Браве. Индексы Миллера. Точечные и пространственные группы. Особенности распространения волн в периодических структурах. Закон Вульфа - Брэгга. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна.
<b>Тема 2</b>	Дефекты в кристаллах. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии. Комбинации атомных дефектов. Краевые и винтовые дислокации. Вектор Бюргерса. Энергия дислокаций. Движение дислокаций. Переползание и скольжение. Механизмы образования дислокаций в кристаллах.
<b>Тема 3</b>	Типы химической связи в кристаллах. Межатомное взаимодействие и силы связи в твердом теле. Структурные и физические особенности



	ионных, ковалентных, металлических и молекулярных кристаллов. Плотнупакованные структуры. Аморфные тела - методы получения и дифракционного исследования структуры. Жидкие кристаллы. Физика тонких пленок. Наноматериалы.
<b>Тема 4.</b>	Описание энергетического состояния кристаллов с помощью газа квазичастиц. Примеры квазичастиц. Фононы, магноны, экситоны, плазмоны и др. Электроны в металле как квазичастицы. Квазиимпульс. Закон дисперсии. Теорема Блоха. Граничные условия. Плотность состояний. Статистика газа квазичастиц. Бозоны и фермионы. Взаимодействие квазичастиц.
<b>Тема 5.</b>	Колебание кристаллической решетки - фононы. Акустическая и оптическая ветви колебаний. Теплоемкость решетки, Дебаевская частота. Фактор Дебая - Уоллера в рассеивании рентгеновских лучей. Анггармонизм и тепловое расширение. Теплоемкость. Температурная зависимость теплоемкости. Модели Эйнштейна и Дебая. Границы справедливости классической теории.
<b>Тема 6.</b>	Электронные состояния в кристаллах. Одноэлектронная модель. Приближение слабо- и сильносвязанных электронов. Зонная схема и типы твердых тел. Вырожденный электронный газ. Электронная теплоемкость, поверхность Ферми. Тензор эффективных масс. Электроны и дырки. Циклотронная масса. Положение уровня Ферми в невырожденных полупроводниках.
<b>Тема 7.</b>	Кинетические уравнения. Электро- и теплопроводность. Время релаксации. Механизмы рассеяния электронов. Рассеяние на примесях и дефектах. Электрон-фононное взаимодействие. Нормальные процессы, процессы переброса. Магнитосопротивление и эффект Холла. Квантовый эффект Холла.
<b>Содержательный модуль 2</b>	
<b>Тема 1.</b> 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.
<b>Тема 2.</b> 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.
<b>Тема 3.</b> 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.
<b>Тема 4.</b> Многоподрешеточные магнетики.	Антиферромагнетики. Слабые ферромагнетики. Ферриты-шпинели. Теория ферромагнетизма Нееля. Ферриты-гранаты. Сложные магнитные структуры.

<b>Тема 5.</b> 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.
<b>Тема 6.</b> Основные свойства сверхпроводников.	История открытия сверхпроводимости. Магнитные свойства сверхпроводников. Термодинамика сверхпроводников. Высокотемпературная сверхпроводимость.
<b>Тема 7.</b> Линейная электродинамика сверхпроводников.	Развитие теории сверхпроводимости. Уравнение Лондонов. Нелокальная электродинамика сверхпроводников. Вантование магнитного потока.
<b>Тема 8.</b> 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.
<b>Тема 9.</b> 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.
<b>Тема 10.</b> 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.
<b>Тема 11.</b> Микроскопическая теория сверхпроводимости.	Электрон-фотонное взаимодействие. Основное состояние сверхпроводника. Спектр элементарных возбуждений сверхпроводника. Незатухающий ток и эффект Мейснера.
<b>Тема 12.</b> Туннельный эффект в сверхпроводниках.	Переход металл-изолятор-металл, переход металл-изолятор-сверхпроводник. Переход сверхпроводник-изолятор-сверхпроводник. Детектирование электромагнитных волн.
<b>Тема 13.</b> Эффект Джозефсона.	Джозефсоновское туннелирование. Стационарный эффект Джозефсона. Нестационарный эффект Джозефсона.
<b>Содержательный модуль 3</b>	
<b>Тема 1. Основы гидростатики</b>	Силы, действующие в жидкости. Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Условие существования равновесия. Равновесие тяжелой несжимаемой жидкости. Сообщающиеся сосуды. Равновесие весомого газа. Барометрическая формула.



<b>Тема 2.</b> Основы кинематики сплошных сред	Поле скоростей и ускорений. Линия тока. Трубка тока. Градиент скалярной функции. Расхождение и градиент скалярной функции. Вихрь вектора скорости.
<b>Тема 3.</b> Балансные соотношения	Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности. Силы, действующие в жидкости. Закон сохранения импульса. Уравнение движения в напряжениях. Обобщенный закон Ньютона. Уравнения движения сжимаемых жидкостей и газов. Уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости. Перенос тепла. Уравнения энергии и переноса тепла. Диффузия. Уравнения переноса вещества.
<b>Тема 4.</b> Одномерное движение несжимаемой жидкости	Скорость звука. Интеграл Бернулли. Истечение из бака. Максимальная и критическая скорости. Движение газа в трубе переменного сечения. Сопло Лаваля. Получение сверхзвукового потока в цилиндрических трубах. Распространение конечных возмущений. Скачок уплотнения. Изменение параметров потока в прямом скачке. Ударная адиабата.
<b>Тема 5.</b> Подobie процессов переноса	Гидродинамическое подобие. Тепловое подобие. Диффузионное подобие. Некоторые обобщения.
<b>Тема 6.</b> Ламинарное и турбулентное стабилизированное движение в трубах	Структура потока в трубах. Ламинарное движение в трубах. Перенос тепла при установившемся ламинарном движении в трубе. Турбулентное движение. Уравнение Рейнольдса. Профили скоростей при турбулентном движении в круглой трубе. Турбулентный перенос тепла и вещества при стабилизированном обтекании пластины.
<b>Тема 7.</b> Кавитация	Общая особенность кавитационной зоны. Стадии развития и типы кавитации. Перемещающаяся кавитация в потоке жидкости. Присоединенная кавитация в потоке жидкости. Вихревая кавитация в потоке жидкости. Проявление кавитации и ее значение. Гидродинамические эффекты кавитации. Кавитационное разрушение. Побочные проявления кавитации.

### 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
<b>Тема 1.</b>	14	2	2		10						
<b>Тема 2.</b>	14	2	2		10						
<b>Тема 3.</b>	14	2	2		10						

<b>Тема 4.</b>	14	2	2		10							
<b>Тема 5.</b>	16	2	2		12							
<b>Тема 6.</b>	20	4	4		12							
<b>Тема 7.</b>	16	2	2		12							
<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>76</b>							
<b>Содержательный модуль 2</b>												
<b>Тема 1.</b> Пара- и диамагнетизм.		1	1		6							
<b>Тема 2.</b> Ферромагнетизм.		1	1		6							
<b>Тема 3.</b> Доменная структура и процессы намагничивания.		1	1		6							
<b>Тема 4.</b> Многоподрешеточные магнетики.		1	1		6							
<b>Тема 5.</b> Поведение магнитных кристаллов в переменных магнитных полях.		1	1		6							
<b>Тема 6.</b> Основные свойства сверхпроводников.		1	1		6							
<b>Тема 7.</b> Линейная электродинамика сверхпроводников.		1	1		6							
<b>Тема 8.</b> Распределение магнитного поля в сверхпроводниках.		1	1		6							
<b>Тема 9.</b> Теория сверхпроводимости Гинзбурга-Ландау.		2	2		6							
<b>Тема 10.</b> Сверхпроводимость второго рода.		1	1		6							
<b>Тема 11.</b> Микроскопическая теория сверхпроводимости.		1	1		6							
<b>Тема 12.</b> Туннельный эффект в сверхпроводниках.		2	2		6							
<b>Тема 13.</b> Эффект Джозефсона.		1	1		5							

<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	<b>108</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		<b>77</b>							
<b>Содержательный модуль 3</b>												
<b>Тема 1.</b> Основы гидростатики	15	2	2		11							
<b>Тема 2.</b> Основы кинематики сплошных сред	15	2	2		11							
<b>Тема 3.</b> Балансные соотношения	15	2	2		11							
<b>Тема 4.</b> Одномерное движение несжимаемой жидкости	15	2	2		11							
<b>Тема 5.</b> Подобие процессов переноса	15	2	2		11							
<b>Тема 6.</b> Ламинарное и турбулентное стабилизированное движение в трубах	15	2	2		11							
<b>Тема 7.</b> Кавитация	14	2	2		10							
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	<b>104</b>	<b>14</b>	<b>14</b>		<b>76</b>							
<b>Всего часов</b>	<b>324</b>	<b>46</b>	<b>46</b>		<b>232</b>							

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

### Темы лекционных занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
<b>Содержательный модуль 1</b>		
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.	1
6	Основные свойства сверхпроводников.	1
7	Линейная электродинамика сверхпроводников.	1
8	Распределение магнитного поля в сверхпроводниках.	1
9	Теория сверхпроводимости Гинзбурга-Ландау.	2
10	Сверхпроводимость второго рода.	1
11	Микроскопическая теория сверхпроводимости.	1
12	Туннельный эффект в сверхпроводниках.	2
13	Эффект Джозефсона.	1

Содержательный модуль 2		
1	Кристаллические и аморфные тела. Строение кристаллов. Трансляционная симметрия. Элементарная ячейка. Решетки Браве. Индексы Миллера. Точечные и пространственные группы. Особенности распространения волн в периодических структурах. Закон Вульфа - Брэгга. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна.	2
2	Дефекты в кристаллах. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии. Комбинации атомных дефектов. Краевые и винтовые дислокации. Вектор Бюргерса. Энергия дислокаций. Движение дислокаций. Переползание и скольжение. Механизмы образования дислокаций в кристаллах.	2
3	Типы химической связи в кристаллах. Межатомное взаимодействие и силы связи в твердом теле. Структурные и физические особенности ионных, ковалентных, металлических и молекулярных кристаллов. Плотнупакованные структуры. Аморфные тела - методы получения и дифракционного исследования структуры. Жидкие кристаллы. Физика тонких пленок. Наноматериалы.	2
4	Описание энергетического состояния кристаллов с помощью газа квазичастиц. Примеры квазичастиц. Фононы, магноны, экситоны, плазмоны и др. Электроны в металле как квазичастицы. Квазиимпульс. Закон дисперсии. Теорема Блоха. Граничные условия. Плотность состояний. Статистика газа квазичастиц. Бозоны и фермионы. Взаимодействие квазичастиц.	2
5	Колебание кристаллической решетки - фононы. Акустическая и оптическая ветви колебаний. Теплоемкость решетки, Дебаевская частота. Фактор Дебая - Уоллера в рассеивании рентгеновских лучей. Ангармонизм и тепловое расширение. Теплоемкость. Температурная зависимость теплоемкости. Модели Эйнштейна и Дебая. Границы справедливости классической теории.	2
6	Электронные состояния в кристаллах. Одноэлектронная модель. Приближение слабо- и сильносвязанных электронов. Зонная схема и типы твердых тел. Вырожденный электронный газ. Электронная теплоемкость, поверхность Ферми. Тензор эффективных масс. Электроны и дырки. Циклотронная масса. Положение уровня Ферми в невырожденных полупроводниках.	4
7	Кинетические уравнения. Электро- и теплопроводность. Время релаксации. Механизмы рассеяния электронов. Рассеяние на примесях и дефектах. Электрон-фононное взаимодействие. Нормальные процессы, процессы переброса. Магнитосопротивление и эффект Холла. Квантовый эффект Холла.	2
Содержательный модуль 3		
1	Основы гидростатики.	2
2	Кинематика сплошной среды. Балансные соотношения.	2
3	Ламинарное течение вязкой несжимаемой жидкости в круглой цилиндрической трубе.	2
4	Нестационарные движения. Влияние сжимаемости.	2
5	Течение в трубе при наличии притока тепла.	2
6	Распространение возмущений. Ударные волны. Распад произвольного	2

	разрыва.	
7	Кавитация.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>46</b>

### Темы практических занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
<b>Содержательный модуль 1</b>		
	Строение кристаллов. Рассеяние рентгеновских лучей.	2
	Дефекты в кристаллах	2
	Типы химической связи в кристаллах	2
	Электроны в металле как квазичастицы.	2
	Колебания кристаллической решетки	2
	Приближение слабо- и сильносвязанных электронов	4
	Кинетическое уравнение	2
<b>Содержательный модуль 2</b>		
1	Изучение температурных зависимостей магнитной восприимчивости парамагнетика, ферромагнетика, антиферромагнетика.	1
2	Проникновение магнитного поля в сверхпроводник. Вихри.	1
3	Зависимость периода осцилляций от внешнего магнитного поля.	1
4	Обменное взаимодействие и его энергия. Косвенное обменное взаимодействие. Спин-орбитальное взаимодействие. Магнитное дипольное взаимодействие. Сверхтонкое взаимодействие. Взаимодействие Дзялошинского-Мория.	1
5	Расчет уровней энергии ионов группы железа в кристаллическом поле лигандов. Расчет эффективного g-фактора.	1
6	Теория фазовых переходов Ландау.	1
7	Ферромагнитный резонанс (без учета затухания и с учетом затухания). Влияние размеров образца, анизотропии, доменной структуры на резонансную частоту.	1
8	Магнитные вещества в переменных магнитных полях. Уравнение Ландау–Лифшица–Гильберта. Тензор магнитной восприимчивости и магнитной проницаемости.	1
9	Резонанс и релаксация доменных границ. Релаксационные процессы в ферромагнетиках. Магнитная вязкость. Предельная скорость движения границ.	2
10	Продольная и поперечная восприимчивость, их температурная зависимость. Спин-флип и спин-флип переходы. Антиферромагнитные вещества.	1
11	Ферриты со структурой граната, шпинели, гексагональные ферриты. Геликоидальные магнетики. Применение ферритов в технике.	1
12	Слабый ферромагнетизм. Точка Морица. Взаимодействие Дзялошинского–Мория. Поведение слабых ферромагнетиков во внешнем магнитном поле.	1
13	Движение магнитного момента в постоянном и переменном магнитных полях. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный	1

	магнитный резонанс.	
14	Сверхпроводимость. Сверхпроводники первого и второго рода. Их магнитные свойства.	1
<b>Содержательный модуль 3</b>		
1	Моделирование истечения жидкости из отверстия	2
2	Моделирование ламинарного течения в трубе	2
3	Моделирование ударно-волновых процессов в газе	2
4	Моделирование нестационарных течений сжимаемой жидкости	2
5	Моделирование периодических течений и теплопередачи	2
6	Моделирование излучения и естественной конвекции	2
7	Моделирование кавитации	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>46</b>

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов по курсу «Избранные главы физики конденсированного состояния» 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

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	2	3
<b>Содержательный модуль 1</b>		
	Строение кристаллов. Рассеяние рентгеновских лучей.	10
	Дефекты в кристаллах	10
	Типы химической связи в кристаллах	10
	Электроны в металле как квазичастицы.	10
	Колебания кристаллической решетки	12
	Приближение слабо- и сильносвязанных электронов	12
	Кинетическое уравнение	12
<b>Содержательный модуль 2</b>		
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

Содержательный модуль 3		
1	Равновесие весомого газа. Барометрическая формула	11
2	Обобщенный закон Ньютона.	11
3	Течение в трубе при наличии притока тепла.	11
4	Получение сверхзвукового потока в цилиндрических трубах. Распространение конечных возмущений.	11
5	Диффузионное подобие.	11
6	Турбулентный перенос тепла и вещества при стабилизированном обтекании пластины.	11
7	Кавитационное разрушение. Побочные проявления кавитации.	10
	<b>ВСЕГО</b>	<b>232</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.

Индивидуальные задания не предусмотрены учебным планом.

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Содержательный модуль 1

#### *Вопросы к промежуточной аттестации*

1. Кристаллические и аморфные тела. Строение кристаллов. Трансляционная симметрия.
2. Элементарная ячейка. Решетки Браве. Плотнупакованные структуры.
3. Индексы Миллера.
4. Точечные и пространственные группы.
5. Особенности распространения волн в периодических структурах. Закон Вульфа - Брэгга.
6. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна.
7. Дефекты в кристаллах. Точечные дефекты, их образование и диффузия. Вакансии.
8. Дефекты в кристаллах. Комбинации атомных дефектов.
9. Краевые и винтовые дислокации. Вектор Бюргерса. Энергия дислокаций.
10. Движение дислокаций. Переползание и скольжение. Механизмы образования дислокаций в кристаллах. Источник Франка-Рида.
11. Типы химической связи в кристаллах. Межатомное взаимодействие и силы связи в твердом теле.
12. Типы химической связи в кристаллах. Структурные и физические особенности ионных, ковалентных, металлических и молекулярных кристаллов.
13. Аморфные тела - методы получения и дифракционного исследования структуры.
14. Жидкие кристаллы.
15. Физика тонких пленок.
16. Наноматериалы.
17. Описание энергетического состояния кристаллов с помощью газа квазичастиц. Примеры квазичастиц. Фононы, магноны, экситоны, плазмоны и др.
18. Электроны в металле как квазичастицы. Квазиимпульс. Закон дисперсии. Теорема Блоха. Граничные условия. Плотность состояний
19. Статистика газа квазичастиц. Бозоны и фермионы. Взаимодействие квазичастиц.



## Содержательный модуль 2

### Примерные задачи курса «Избранные главы физики конденсированного состояния»

1. Выразить плотность потока электромагнитной энергии через волновой вектор, падающей на некоторую поверхность  $\Sigma$ , если ЭМ-волна – монохроматическая и линейно-поляризованная с частотой  $\omega$  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  $\omega$  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  $\delta$ .
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  $\sigma$  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  $\sigma_{ik}$ , 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.

### Содержательный модуль 3

#### *Вопросы к промежуточной аттестации*

1. Балансные соотношения и общий вид законов сохранения в механике сплошных сред.
2. Интегральные и локальные (дифференциальные) формулировки законов сохранения.
3. Сохранение массы и энергии.
4. Баланс энтропии.
5. Закон сохранения импульса. Тензор напряжений.
6. Термодинамические ограничения в рамках линейной теории локального равновесия.
7. Модель вязкой теплопроводной среды однокомпонентной жидкости.
8. Модель идеальной жидкости. Изэнтропичность.
9. Малые возмущения в идеальной сжимаемой жидкости (звуковые и энтропийно-вихревые волны).
10. Условия на поверхностях разрывов.
11. Интеграл Бернулли для стационарного течения идеальной жидкости.
12. Уравнение вихря. Теоремы Кельвина (Томсона) и Бьеркнеса для циркуляции.
13. Вмороженность вихревых линий.
14. Теорема Эртеля.
15. Потенциальные течения идеальной жидкости.
16. Интеграл Лагранжа-Коши.
17. Потенциальное обтекание тел идеальной жидкостью.
18. Парадокс Даламбера.
19. Плоская задача потенциального обтекания тел.
20. Вихри в идеальной жидкости.

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

### Содержательный модуль 1

#### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки:

**44.04.01 Педагогическое образование**

Магистерская программа:

**Информатика в физическом образовании**

Программа подготовки:

**магистратура**

Семестр

**1**

Учебная дисциплина

**Избранные главы физики конденсированного состояния**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

#### ВАРИАНТ №1

1. Элементарная ячейка. Решетки Браве. Плотноупакованные структуры.
2. Аморфные тела - методы получения и дифракционного исследования структуры.

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
<b><i>Всего</i></b>	<b><i>30</i></b>

### Содержательный модуль 2

#### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки: **44.04.01 Педагогическое образование**  
 Магистерская программа: **Информатика в физическом образовании**  
 Программа подготовки: **магистратура**  
 Семестр: **2**  
 Учебная дисциплина: **Избранные главы физики конденсированного состояния**

#### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

##### ВАРИАНТ №1

1. Выразить плотность потока электромагнитной энергии через волновой вектор, падающей на некоторую поверхность  $\Sigma$ , если ЭМ-волна – монохроматическая и линейно-поляризованная с частотой  $\omega$  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
<b><i>Всего</i></b>	<b><i>30</i></b>

### Содержательный модуль 3

#### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки: **44.04.01 Педагогическое образование**  
 Магистерская программа: **Информатика в физическом образовании**  
 Программа подготовки: **магистратура**  
 Семестр: **3**  
 Учебная дисциплина: **Избранные главы физики конденсированного состояния**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

#### ВАРИАНТ №1

1. Дифференциальные формулировки законов сохранения механики сплошных сред.
2. Модель идеальной жидкости. Изэнтропичность.

Утверждено на заседании кафедры 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	10
Задание 2	5
<b>Всего</b>	<b>15</b>

### 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

#### Содержательный модуль 2

##### *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

Направление подготовки: **44.04.01 Педагогическое образование**  
 Магистерская программа: **Информатика в физическом образовании**  
 Программа подготовки: **магистратура**  
 Семестр: **2**  
 Учебная дисциплина: **Избранные главы физики конденсированного состояния**

**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
<b>Всего</b>	<b>50 баллов</b>

**Содержательный модуль 3**

*Теоретические вопросы к экзамену*

1. Балансные соотношения и общий вид законов сохранения в механике сплошных сред.
2. Интегральные и локальные (дифференциальные) формулировки законов сохранения.
3. Сохранение массы и энергии.
4. Баланс энтропии.
5. Закон сохранения импульса. Тензор напряжений.
6. Термодинамические ограничения в рамках линейной теории локального равновесия.
7. Модель вязкой теплопроводной среды однокомпонентной жидкости.
8. Модель идеальной жидкости. Изэнтропичность.
9. Малые возмущения в идеальной сжимаемой жидкости (звуковые и энтропийно-вихревые волны).
10. Условия на поверхностях разрывов.
11. Интеграл Бернулли для стационарного течения идеальной жидкости.

12. Уравнение вихря. Теоремы Кельвина (Томсона) и Бьеркнеса для циркуляции.
13. Вмороженность вихревых линий.
14. Теорема Эртеля.
15. Потенциальные течения идеальной жидкости.
16. Интеграл Лагранжа-Коши.
17. Потенциальное обтекание тел идеальной жидкостью.
18. Парадокс Даламбера.
19. Плоская задача потенциального обтекания тел.
20. Вихри в идеальной жидкости.
21. Волны малой амплитуды в идеальной несжимаемой жидкости.
22. Элементы теории нелинейных волн.
23. Ламинарные течения несжимаемой вязкой жидкости.
24. Стоксово обтекание твердой сферы.
25. Парадокс Стокса для цилиндра.
26. Озееновское приближение.
27. Метод сращиваемых асимптотических разложений.
28. Точные решения уравнений вязкой жидкости.
29. Ламинарное течение в пограничном слое.
30. Неустойчивость течений вязкой и идеальной несжимаемых однородных жидкостей.
31. Бесконечно малые возмущения.
32. Развитие гидродинамической неустойчивости и особенности перехода к турбулентности.
33. Скорость звука. Интеграл Бернулли.
34. Истечение из бака. Максимальная и критическая скорости.
35. Движение газа в трубе переменного сечения. Сопло Лаваля.
36. Получение сверхзвукового потока в цилиндрических трубах. Распространение конечных возмущений.
37. Скачок уплотнения. Изменение параметров потока в прямом скачке.
38. Ударная адиабата.
39. Гидродинамическое подобие.
40. Тепловое подобие.
41. Диффузионное подобие.
42. Структура потока в трубах.
43. Перенос тепла при установившемся ламинарном движении в трубе.
44. Уравнение Рейнольдса.
45. Профили скоростей при турбулентном движении в круглой трубе.
46. Общая особенность кавитационной зоны. Стадии развития и типы кавитации.
47. Перемещающаяся кавитация в потоке жидкости.
48. Присоединенная кавитация в потоке жидкости.
49. Вихревая кавитация в потоке жидкости.
50. Проявление кавитации и ее значение.
51. Гидродинамические эффекты кавитации.
52. Кавитационное разрушение. Побочные проявления кавитации.



*Образец экзаменационного билета*

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Физико-технический факультет

Направление подготовки: **44.04.01 Педагогическое образование**  
 Магистерская программа: **Информатика в физическом образовании**  
 Программа подготовки: **магистратура**  
 Семестр: **3**  
 Учебная дисциплина: **Избранные главы физики конденсированного состояния**

**БИЛЕТ №1**

1. Малые возмущения в идеальной сжимаемой жидкости (звуковые и энтропийно-вихревые волны).
2. Ударная адиабата.

Утверждено на заседании кафедры 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	25
Задание 2	25
<b>Всего</b>	<b>50 баллов</b>

**11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ**

*Не предусмотрено*

**12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

**Содержательный модуль 1**

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля и зачет.

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

<b>Форма контроля</b>	<b>Максимальное количество баллов</b>
Модульный контроль	40
Зачет	60
<b>Всего</b>	<b>100</b>

### Содержательный модуль 2

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

### Содержательный модуль 3

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
Практическая работа №1	5
Практическая работа №2	5
Практическая работа №3	5
Практическая работа №4	5
Практическая работа №5	5
Практическая работа №6	5
Практическая работа №7	5
Модульный контроль	15
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)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено

<b>F</b>	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: <a href="https://www.twirpx.com/file/92748/">https://www.twirpx.com/file/92748/</a> (в свободном доступе)	+	-
2.	Кринчик Г.С. Физика магнитных явлений. [Электронный ресурс]. М.: МГУ, 1976. –367 с. Электронные данные, URL: <a href="https://www.twirpx.com/file/226890/">https://www.twirpx.com/file/226890/</a> (в свободном доступе)	+	-

3.	Китель Ч., Квантовая теория твёрдых тел. [Электронный ресурс]. М.: Наука, 1967. – 491 с. Электронные данные, URL: <a href="https://www.twirpx.com/file/250945/">https://www.twirpx.com/file/250945/</a> (в свободном доступе)	+	-
4.	Высокотемпературные сверхпроводники. /Под ред. Д. Нелсона, М. Уиттингема, Т. Джоржа. [Электронный ресурс] М.: Мир, 1988. – 400 с. Электронные данные, URL: <a href="https://www.twirpx.com/file/92749/">https://www.twirpx.com/file/92749/</a> (в свободном доступе)	+	-
5.	В.В. Шмидт, Введение в физику сверхпроводников. [Электронный ресурс] М.: Наука, 1982. – 396 с. Электронные данные, URL: <a href="https://www.twirpx.com/file/173439/">https://www.twirpx.com/file/173439/</a> (в свободном доступе)	-	-
6.	Лобов Н. И. Электродинамика сплошных сред: [уч.-метод. пособие] / Н.И. Лобов, Д.В. Любимов/ - Пермь: Пермский гос. ун-т, 2007. – 79. <a href="https://elibrary.ru/item.asp?id=19456237">https://elibrary.ru/item.asp?id=19456237</a> (авторизованный доступ на территории университета)	-	+
7.	Козелков А. С. Моделирование турбулентных течений вязкой несжимаемой жидкости на неструктурированных сетках с использованием модели отсоединенных вихрей / А. С. Козелков, В. В. Курулин, Е. С. Тятюшкина, О. Л. Пучкова // Математическое моделирование. - Москва, 2014. - Т. 26, № 8. - С. 81-96.	1	
<b>Дополнительная литература</b>			
8.	Антонов, Ю.Ф. Сверхпроводниковые топологические электрические машины : монография / Ю.Ф. Антонов, Я.Б. Данилевич. – М.: Физматлит, 2009. – 366 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=67598">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=67598</a> (дата обращения: 28.01.2020). – ISBN 978-5-9221-1092-1. – Текст : электронный.	-	-
9.	Н. Ашкрофт, Н. Мермин, Физика твёрдого тела (в двух томах), [Электронный ресурс]. М.: Мир, 1979. – 458 (456) с. Электронные данные, URL: <a href="https://www.twirpx.com/file/245552/">https://www.twirpx.com/file/245552/</a> (в свободном доступе)		
10.	С.О. Гладков Сборник задач по теоретической и математической физике [Электронный ресурс] – М.: Физматлит, 2010. –488 с. Электронные данные, URL: <a href="https://www.researchgate.net/publication/283345637_Sbornik_zadac_po_teoreticeskoj_i_matematiceskoj_fizike">https://www.researchgate.net/publication/283345637_Sbornik_zadac_po_teoreticeskoj_i_matematiceskoj_fizike</a> (в свободном доступе)	-	-
11.	Ландау Л.Д. Теоретическая физика: [Учеб. пособие	32	-



	для физ. специальностей ун-тов]. Т. 8: Электродинамика сплошных сред / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - 2-е изд. - М.: Наука, 1982. - 624 с.		
12.	Бахвалов Н. С. Численные методы: Учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 2-е изд. - М.: Лаб. Баз. Знаний ; СПб.: Невский диалект, 2002. - 630 с.	9	
13.	Измаилов А. Ф. Численные методы оптимизации: Учеб. пособие / А. Ф. Измаилов, М. В. Солодов. - М.: Физматлит, 2003. - 304 с.	8	
14.	Скворцов Э. В. Подземная гидромеханика аномальных жидкостей : учеб. пособие / Э. В. Скворцов. - Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1985. - 76 с.	2	
15.	Бахвалов Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях : [Учеб. пособие для вузов] / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. - М.: Высш. шк., 2000. - 190 с.	1	
16.	Чернов А.А., Гиваргизов Е.И., Багдасаров Х.С. и др. Современная кристаллография. В 4 томах. М.: Наука, 1980.	3	-
17.	Блейкмор Дж. Физика твердого тела. М.: Мир, 1988	6	-
18.	Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М.; Наука, 1979.	21	-
19.	Сиротин Ю.И., Шаскольская М.П. Основы кристаллофизики. М.; Наука, 1979	3	-
20.	Займан Дж. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.	11	-
21.	Вонсовский С.В. Магнетизм. М.: Наука, 1971.	7	-
22.	Ландау Л. Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика, Т.5. Статистическая физика. М.; Наука, 1976.	41	-
23.	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.8. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 1976.	32	-
24.	Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. М.: Мир, 1979. т.1, 2.	1	-
25.	Китель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.	13	-
26.	Роуз-Инс А., Родерик Е. Введение в физику сверхпроводимости. М.: Мир, 1972.	8	-

## 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)
5. <https://openedu.ru/> – Российский портал «Открытого образования» (дата обращения 21.01.2019)

## 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).
6. Сайт, предоставляющий студентам бесплатное программное обеспечение для моделирования. [URL: https://www.ansys.com/academic/free-student-products/](https://www.ansys.com/academic/free-student-products/)

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