

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

_____ Е.И. Скафа
апреля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика твердого тела

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

Профиль подготовки:

Образовательная программа: бакалавриат

Квалификация: академический бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

С.А.Фоменко

«17» апреля 2020 г.



Программа учебной дисциплины «Физика твердого тела» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от 28 сентября 2016 г. № 987; 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 высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Старший преподаватель кафедры
теоретической физики и нанотехнологий

В.Д.Пойманов

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол №15 от «02» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

В.Н.Варюхин

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

«Физика твердого тела» является дисциплиной базовой части Профессиоального Блока по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Механика и молекулярная физика», «Физика атома и атомного ядра», «Методы математической физики», «Математический анализ», «Электродинамика», «Тензорный анализ» на предыдущем уровне образования. Полученные знания используются студентами во время выполнения учебной и производственной практики, при написании выпускной квалификационной работы.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	28.03.03 Наноматериалы	
Профиль		
Образовательная программа	бакалавриат	
Квалификация	академический бакалавр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина базовой части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	9	9
Год подготовки	3,4	3,4
Семестр	6,7	
Количество часов	324	324
- лекционных	64	12
- практических, семинарских	64	12
- лабораторных	64	12
- самостоятельной работы		
в т.ч. индивидуальное задание	132	288
Недельное количество часов,	6	36
в т.ч. аудиторных	6	36

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Цель - углубление 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.

Задача - 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.

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «Физика твердого тела» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО ДНР по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

а) общекультурных (ОК):

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способностью к культурному мышлению, к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-10);

б) общепрофессиональных (ОПК):

способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);

способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);

способность применять основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием (ОПК-4);

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская и проектная деятельность:

способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности в области материаловедения и технологии наноматериалов и наносистем (ПК-1);

способность использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой (ПК-2);

способность применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики изделий из наноматериалов и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания (ПК-3);

способность применять навыки использования (под руководством) методов моделирования, оценки, прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств наноматериалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов (ПК-4);

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

Классификации кристаллических структур; свойства и характеристики кристаллических структур; модельные приближения, которые положены в основы данного курса; основные типы связей в кристаллах; экспериментальные методы исследований кристаллических решеток; методы вторичного квантования; энергетические спектры кристаллов: электронные, фононные, магнитные, поляронные и др.; термодинамические методы описания свойств сложных структур; кинетико-эволюционные иерархии процессы в твердых телах; размерных эффекты в металлах, полупроводниках и диэлектриках; динамику электронов в магнитном поле; оптические свойства твердых тел; дефекты, их классификация и влияние на свойства кристаллов; общие свойства магнетиков; физическое происхождение

магнитных свойств материалов; принципы распределения магнетиков на: сильно магнитные и слабомагнитные; природу обменного взаимодействия; свойства антиферромагнетиков и ферромагнетиков; физику ферромагнитного резонанса; природу возникновения доменной структуры; типы доменных границ; общие свойства сверхпроводников; механизмы образования куперовских пар; принципы распределения сверхпроводников на два рода; причины квантования магнитного потока; свойства изолированного вихря Абрикосова; физику явления «Андреевское отражение»; туннельные контакты и эффект Джозефсона; основные свойства высокотемпературных сверхпроводников; основные характеристики диффузии в твердых телах; теорию диффузии в объеме и на межкристаллитной и межфазной поверхностях; связь между структурой и параметрами диффузии; методы определения коэффициентов диффузии в одно-, двух- и многокомпонентных системах; факторы, влияющие на скорость диффузии в поликристаллических материалах.

уметь:

Проводить анализ поставленной физической задачи; вычислять термодинамические и кинетические характеристики твердых тел, как методом решения соответствующих дифференциальных уравнений, так и на основе анализа физических процессов; строить и анализировать графики зависимостей физических величин от внешних управляющих параметров; на основе анализа полученных частных решений поставленных задач овладеть методом обобщающих выводов; измерять и рассчитывать параметры диэлектриков при различных температурах; исследования ФП в диэлектриках; исследовать электрические и магнитные свойства сегнетоэлектриков; учитывать влияние примесей, дефектов, фазовых превращений и т.п. на ФП; рассчитывать коэффициенты диффузии и энергию активации диффузии компонентов в одно-, двух- и многокомпонентных системах; учитывать влияние примесей, дефектов, фазовых превращений и т.п. на диффузию; имея четкое представление о механизме многих технологических процессов, управлять целенаправленно такими технологическими процессами, как термическая обработка сплавов, легирование, химико-термическая обработки и т.п., с целью улучшения свойств.

владеть:

Навыками проведения анализа поставленной физической задачи; вычисления термодинамических и кинетических характеристик твердых тел, как методом решения соответствующих дифференциальных уравнений, так и на основе анализа физических процессов; измерения и расчета параметра диэлектриков при различных температурах; исследования ФП в диэлектриках; исследования электрические и магнитные свойства сегнетоэлектриков; расчета коэффициентов диффузии и энергии активации диффузии компонентов в одно-, двух- и многокомпонентных системах и др.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1 «Введение в ФТТ»	
Тема 1. Твердые тела. Классификация веществ и твердых тел.	Введение в ФТТ. Классификация веществ и твердых тел. Межатомные взаимодействия и механические свойства твердых тел. Фононы и тепловые свойства диэлектриков. Функции Блоха - электронные состояния в идеальном кристалле.
Тема 2. Металлы, полупроводники и аморфные	Электродинамика металлов. Полупроводниковые кристаллы. Оптические явления в неметаллических кристаллах. Дефекты в кристаллах. Процессы рассеяния. Физические свойства аморфных

твердые тела	твердых тел.
Тема 3. Диэлектрики и сегнетоэлектрики	Основные физические явления в диэлектриках. Макроскопическая теория поляризации. Связь макро- и микроскопических свойств диэлектриков. Свойства диэлектриков в сильных электрических полях. Электрическое старение и пробой диэлектриков. Фазовые переходы в диэлектриках. Сегнетоэлектрики. Структурные фазовые переходы. Методы измерения диэлектриков. Исследование диэлектриков в области СВЧ. Применение диэлектриков на СВЧ.
Тема 4. Магнетики	Типы магнетиков. Диамагнетизм и парамагнетизм. Правила Хунда. Ферромагнетики. Природа обменного взаимодействия. Модель Гейзенберга. Основное и возбужденное состояния ферромагнетика (спиновые волны). Магнитная анизотропия. Антиферромагнетики; модель Нееля. Ферримагнетики. Уравнение Ландау-Лифшица. Однородной ферромагнитный резонанс. Природа возникновения доменной структуры; термодинамическая теория магнитных доменов. Доменные границы Блоха, Неели. Магнетизм металлов. Модель Стонера. Модель Хаббарда. s-d – модель Вонсовскому.
Содержательный модуль 2 «Фазовые переходы и диффузия в твердых телах»	
Тема 1. Сверхпроводники	Общие свойства сверхпроводников. Уравнение Лондона. Фононное притяжение электронов. Куперовские пары. Лондоновские и Пиппардовские сверхпроводники (качественная теория). Поверхностная энергия сверхпроводников; два рода сверхпроводников. Квантование магнитного потока. Свойства изолированного вихря Абрикосова. Андреевское отражение. Туннельные контакты, эффект Джозефсона.
Тема 2. Высокотемпературные сверхпроводники	Высокотемпературные сверхпроводники. Состояние теории фазовых превращений на современном этапе. Фазовый переход «жидкость-твердое тело».
Тема 3. Теория и практика фазовых превращений	Кристаллическое строение материалов. Диаграммы состояния. Теория и практика фазовых превращений в сталях при термической обработке. Фазовые превращения в многокомпонентных системах на основе железа. Фазовые превращения в тугоплавких и цветных металлах и сплавах. Фазовые равновесия в нанокристаллических материалах
Тема 4. Диффузия в твердых телах	Понятие о диффузии. Виды диффузии в твердых телах. Макроскопическое описание диффузии. Уравнение Фика. Экспериментальные методы определения коэффициента диффузии. Микроскопическое описание диффузии. Диффузия в твердых растворах (Взаимная диффузия). Термодинамическая теория диффузии. Принципы Онзагера. Термодиффузия в бинарных твердых растворах. Диффузия в электрическом поле. Влияние дефектов структуры на диффузию в твердых телах. Влияние фазовых превращений на диффузию. Квантовая диффузия. Диффузия в нанокристаллических материалах.

Содержательный модуль 1 «Введение в ФТТ»												
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	индивидуальная работа
Тема 1. Твердые тела. Классификация веществ и твердых тел.	39	8	8	8	15		39	2	2		35	
Тема 2. Металлы, полупроводники и аморфные твердые тела	39	8	8	8	15		41	2	2	2	35	
Тема 3. Диэлектрики и сегнетоэлектрики	42	9	9	9	15		41	2	2	2	35	
Тема 4. Магнетики	42	9	9	9	15		41	2	2	2	35	
Итого по содержательному модулю 1	162	34	34	34	60		162	8	8	6	140	

Тематический план

Содержательный модуль 2 «Фазовые переходы и диффузия в твердых телах»												
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	индивидуальная работа
Тема 1. Сверхпроводники	39	7	7	7	18		40	1	1	1	37	
Тема 2 Высокотемпературные сверхпроводники	39	7	7	7	18		40	1	1	1	37	
Тема 3 Теория и практика фазовых превращений	42	8	8	8	18		40	1	1	1	37	
Тема 4 Диффузия в твердых телах	42	8	8	8	18		42	1	1	3	37	
Итого по содержательному модулю 2	162	30	30	30	72		162	4	4	6	148	
Всего по модулю	324	64	64	64	132		324	12	12	12	288	

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

Темы лекционных занятий

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Твердые тела. Классификация веществ и твердых тел.	8
2	Металлы, полупроводники и аморфные твердые тела	8
3	Диэлектрики и сегнетоэлектрики	8
4	Магнетики	8
5	Сверхпроводники	8
6	Высокотемпературные сверхпроводники	8
7	Теория и практика фазовых превращений	8
8	Диффузия в твердых телах	8
	ВСЕГО	64

Темы практических занятий

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Твердые тела. Классификация веществ и твердых тел.	8
2	Металлы, полупроводники и аморфные твердые тела	8
3	Диэлектрики и сегнетоэлектрики	8
4	Магнетики	8
5	Сверхпроводники	8
6	Высокотемпературные сверхпроводники	8
7	Теория и практика фазовых превращений	8
8	Диффузия в твердых телах	8
	ВСЕГО	64

Темы лабораторных занятий

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	«Влияние давления прессования на уплотнение компакта»	10
2	«Рентгенографический метод определения размеров нанокристаллов, их объемной доли и плотности»	10
3	«Исследование поверхности разрушения образца при помощи растровой электронной микроскопии и микрорентгеноспектрального анализа»	11
4	«Определение основных структурных параметров аморфных сплавов методом рентгеновского дифракционного анализа»	11

5	«Исследование многофазного образца при помощи растровой электронной микроскопии и микрорентгеноспектрального анализа с применением энергодисперсионного спектрометра»	11
6	«Исследование образца керамики, состоящей из близких по атомному номеру элементов, при помощи растровой электронной микроскопии и микрорентгеноспектрального анализа с применением волнового спектрометра»	11
	ВСЕГО	64

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Модель Кронига - Пенни.	15
2	Метод пустой решетки	15
3	Построение поверхности Ферми, метод Харрисона	15
4	Парамагнетизм Паули. Вычисление парамагнитной восприимчивости	15
5	Расчет коэффициента электропроводности для полупроводников	15
6	Общая теория возмущений.	15
7	Метод вторичного квантования. Общая теория возмущений.	15
8	Соотношение Крамерса - Кронига	15
9	Индивидуальные задания – не предусмотрено рабочим планом.	12
	ВСЕГО	132

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ (не предусмотрено рабочим планом)

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Двумерные и трехмерные решетки. Прямая и обратная решетка.
2. Точечные и пространственные группы симметрии, элементы симметрии.
2. Показать, что симметрия пятого порядка в кристаллических структурах есть, отсутствует.
3. Типы связей кристаллических структур.
4. Вычислить постоянную Маделунга для ионного кристалла типа Na - Cl.
5. Ионные кристаллы: расчет энергии связи ионных кристаллов.
6. Определение фазовой и групповой скоростей и их физический смысл.
7. Теплоемкость решетки по Эйнштейну и по Дебаю.
8. Плотность состояний, импульс и энергия Ферми.
9. Кинетическое уравнение электронов. Электропроводность и теплопроводность.
10. Закон Видемана - Франца. Роль изотропности и упругого рассеяния.
11. Теплоемкость электронного газа.
12. Теорема Блоха. Граничные условия Борна - Кармана.
13. Частотная зависимость нормального и аномального скин - эффектов.
14. Полупроводники, закон действующих масс; химический потенциал собственных полупроводников.
15. Парамагнетизм Паули; диамагнетизм Ландау для электронов проводимости.
16. Сверхпроводимость, параметр Гинзбурга - Ландау. Эффекты Джозефсона.

- 17.Классификация дефектов.
- 18.Процессы рассеяния - золотое правило Ферми.
- 19.Элементы теории симметрии: точечные и пространственные группы. Сводные и неприводимые представления.
- 20.Закон Вульфа - Брэгга.
- 21.Излучение трех типов: рентген, нейтрон, электрон.
- 22.Методы исследований кристаллических структур: метод Лауэ, метод вращения кристалла, порошковый метод.
- 23.Металлы. Модель Друде. Приближение Зоммерфельда.
- 24.Электропроводность и теплопроводность металлов.
- 25.Эффект Холла.
- 26.Диамagnetизм Ландау.
- 27.Поверхностный импеданс металлов.
- 28.Сверхпроводящие материалы. Эффект Мейснера.
- 29.Модель Кронига - Пенни.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

Направление подготовки: **28.03.03 Наноматериалы**

Профиль:

Программа подготовки: **бакалавриат**

Семестр **6,7**

Учебная дисциплина **Физика твердого тела**

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ВАРИАНТ №1

1. Закон Вульфа - Брэгга.
2. Эффект Холла.
3. Теплоемкость решетки по Эйнштейну.

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий,
протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой
Преподаватель

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	10
Всего	30

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Теоретические вопросы к экзамену

1. Элементы абстрактной теории групп
2. Полуклассическая модель динамики электронов
3. Электрон-фононное взаимодействие
4. Зонная структура полуметаллов и редкоземельных металлов
5. Методы расчета зонной структуры
6. Статическая электропроводность и эффект Холла в модели Друде
7. Периодические граничные условия Борна-Кармана
8. Метод сильной связи
9. Скорость изменения функции распределения вероятности за счет столкновений
10. Уровни Ландау для свободных и для блоховских электронов
11. Уравнение Шредингера
12. Пространственные группы. Неприводимые представления групп
13. Эффект Гааза — Ван Альфена
14. Уровни электронов в периодическом поле
15. Механизмы сверхпроводимости. Куперовские пары
16. Приближение времени релаксации и неравновесная функция распределения
17. Теория металлов Зоммерфельда. Свободный электронный газ
18. Поверхностные эффекты. Работа выхода
19. Волновые пакеты блоховских электронов
20. Теорема Блоха
21. Теория металлов Друде
22. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода
23. Метод ячеек и метод присоединенных плоских волн
24. Сверхпроводимость. Теория Гинзбурга-Ландау
25. Механизмы рассеяния электронов
26. Зоны Бриллюэна
27. Полуклассическая модель проводимости

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

Направление подготовки: **28.03.03 Наноматериалы**

Профиль:

Программа подготовки: **бакалавриат**

Семестр **6,7**

Учебная дисциплина **Физика твердого тела**

БИЛЕТ №1

1. Эффект Гааза — Ван Альфена
2. Теорема Блоха.
3. Зоны Бриллюэна

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий,
 протокол № ____ от «____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой
Экзаменатор

Критерии оценивания экзамена

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

11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «Физика твердого тела» предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины

Организационно учебная работа студента	СРС		Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	
max 10 баллов	max 10 баллов	max 30 баллов	100

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

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные и практические занятия по учебной дисциплине «Физика твердого тела» проводятся в учебной лаборатории №016 «Физика полупроводников». Лаборатория оснащена комплектом учебной мебели на 18 посадочных мест, фломастерной доской, 1 ноутбук с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, 1 мультимедийный проектор, 1 экран переносной, 1Вакуумный универсальный пост -2К, 1 Форвакуумный насос, 1 Спектрометр СМ - 4А. В учебной лаборатории «Электронной

микроскопии» №313, оборудованной комплектом учебной мебели на 6 посадочных мест, комплект рабочего места преподавателя, 1 ноутбук с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, 1 Электронный микроскоп вакуумный-100ЛМ, 1 Микроскоп металлографический-7, 1 Вакуумметр ионизационно-термопарный-2АП, 1Вакуумный универсальный пост-4.

Самостоятельная работа студентов проходит в читальном зале справочно-библиографической информационной работы (ауд. № 102: г. Донецк, пр. Гурова, 6), помещение оснащено комплектом учебной мебели на 23 посадочных места, компьютер в комплекте (1 шт); в зале электронной информации (Донецк, пр. Гурова, 6, № 104-а.). Помещение оснащено комплектом учебной мебели на 40 посадочных мест, компьютер в комплекте (6 шт);

Индивидуальные и групповые консультации студентам для проведения самостоятельной работы предоставляются в кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий, укомплектованном комплектом мебели на 12 посадочных мест, оснащенном компьютером в комплекте (1 шт.), принтером, сканером, расположенном по адресу г. Донецк, пр. Театральный 13, ауд. 256.

13. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Павлов, П. В. Физика твердого тела : Учеб. для студентов вузов, обучающ. по направлению "Физика" и др. / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. - 3-е изд. - М. : Высш. шк., 2000. - 494 с.	36	
2.	Савельев, И. В. Курс общей физики : В 5 кн. : [Учеб. пособие для вузов]. Кн. 5 : Квантовая оптика ; Атомная физика ; Физика твердого тела ; Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. - М. : Астрель : АСТ, 2002. - 368 с.	1	
3.	Физика твердого тела : Лаб. практикум : Учеб. пособие для студентов физ. спец. вузов. Т. 2 : Физические свойства твердых тел / Под ред. А. Ф. Хохлова ; А. Н. Сысоев, М. Ю. Грязнов, В. Н. Чувиляев и др. - 2-е изд. - М. : Высш. шк., 2001. - 484 с.	3	
Дополнительная литература			
4.	Физика твердого тела [Электронный ресурс] : 28 кн. в PDF-формате / Лаб. "Компьютер. информ. технологии". - М. : Лаб. "Компьютер. информ. технологии", 2004. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).		+
5.	Савельев, И. В. Курс физики [Текст] : в 3 т. : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по техническим и технологическим направлениям и специальностям. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. - Изд. 2-е. - Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2006. - 302 с.	2	

6.	Квантовая теория твердого тела : терминология / отв. ред. А. М. Косевич ; АН СССР, Ком. науч. техн. терминологии. - Москва : Наука, 1985. - 24 с.	6	
----	---	---	--

14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://donnu.ru/> – сайт ДонНУ.

<http://library.donnu.ru/> – сайт библиотеки

15. 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. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: FreeLab, Scilab, Free Pascal, Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____