

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Новые магнитные, оптические и сверхпроводимые
наноматериалы**

Направление подготовки:	03.04.02 Физика
Магистерская программа:	Физика конденсированного состояния
Образовательная программа:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

С.А. Фоменко

«17» апреля 2020 г.



Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 03.04.02 Физика, 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 Физика конденсированного состояния, направления подготовки 03.04.02 Физика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор кафедры теоретической физики
и нанотехнологий

В.М. Юрченко

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
ФИО

В.Н. Котенко

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

«Новые магнитные, оптические и сверхпроводимые наноматериалы» является дисциплиной вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: физика конденсированного состояния).

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Общая физика и экспериментальная физика (Электричество и магнетизм)», «Физика твердого тела», «Основы нанотехнологий. Теория и методы получения наноматериалов» на предыдущем уровне образования.

Полученные знания используются студентами во время выполнения научно-исследовательской работы, при написании магистерской диссертации.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	03.04.02 Физика	
Магистерская программа	Физика конденсированного состояния	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	Магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	3,5	
Год подготовки	1	
Семестр	2	
Количество часов	126	
- лекционных	14	
- практических, семинарских		
- лабораторных	28	
- самостоятельной работы	84	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	3	
в т.ч. аудиторных	3	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Цель - формирование знаний и физических представлений о современной физике наносистем и наноматериалов; предоставление студентам необходимую для самостоятельной работы совокупность знаний в области новых наноматериалов; ознакомление студентов с современными проблемами физики наноматериалов.

Задача - проработку студентами теоретических основ прослушанного лекционного материала, подготовку будущего специалиста к самостоятельной научной работе в области физики твердого тела.

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины «

Новые магнитные, оптические и сверхпроводимые наноматериалы» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки 03.04.02 Физика и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: Физика конденсированного состояния):

а) общекультурных (ОК):

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

б) общепрофессиональных (ОПК):

готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);

способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ (ОПК-3);

способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности (ОПК-4);

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-5);

способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);

способностью демонстрировать знания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики (ОПК-7).

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта (ПК-1);

научно-инновационная деятельность:

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3);

организационно-управленческая деятельность:

способностью планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции (ПК-4);

способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (ПК-5);

педагогическая деятельность:

способностью методически грамотно строить планы лекционных и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-методическими пособиями при реализации программ бакалавриата в области физики (ПК-6);

способностью руководить научно-исследовательской деятельностью в области физики обучающихся по программам бакалавриата (ПК-7).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- общие свойств магнитных наноматериалов;
- основные идеи и физические явления спиновой электроники;
- основные идеи и физику явлений фотоники и магноники;
- физическое происхождение эффектов близости в наноматериалах;
- свойства растворенных магнитных полупроводников;
- физику сверхпроводящего эффекта близости в S / N, S / F структурах;
- специфические свойства графена и мультиферроиков;
- основные свойства новых высокотемпературных сверхпроводников

уметь:

- объяснить особенности свойств магнитных наноматериалов;
- формулировать идеи спиновой электроники;
- объяснить основные идеи фотоники и магноники;
- объяснить физическое происхождение эффектов близости в наноматериалах

владеть:

- навыками свободного обращения с современными прикладными компьютерными программами для решения задач в области спинтроники, фотоники , магноники

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<i>Содержательный модуль 1 «Магнитные и оптические наноматериалы»</i>	
<i>Тема 1.</i> Магнетизм и спинтроника.	Магнетизм и спинтроника. (Основные понятия магнетизма. Классификация природных магнитных структур. Диполь – дипольное, спин – орбитальное и обменное взаимодействия. Пара-, диа- и ферромагнетики; ферримагнетики. Виды взаимодействия в ферромагнетике. Доменные структуры магнетиков.).Магнетизм ансамбля наночастиц. Спиновый магнитный момент наночастиц. Динамика намагниченности в ферромагнитных структурах. Антиферромагнетизм. (Спин, магнитный момент и g – фактор электрона. Орбитальный и спиновый магнетизм оболочки многоэлектронных атомов. Правила Хунда.).
<i>Тема 2.</i> Магнетики. Магноны	Магнетики. Магноны. Взаимодействие магнонов. Спиновые волны в магнитных средах: ферромагнетиках, антиферромагнетиках и ферритах. Солитоны в магнетиках (нелинейные спиновые волны). Спинтроника. Магнитные фононные кристаллы. Гиротропные и негиротропные среды и метод эффективных упругих модулей в них. (Эффект отрицательной акустической рефракции. Поверхность волновых векторов. Акустические аналоги схем Отто и Кречманна. Магнитные полупроводники. Наномагниты.).Магнитные свойства изолированных наночастиц и нанокристаллических порошков.
<i>Тема 3.</i> Оптоэлектроника и фотоника	Оптоэлектроника и фотоника. Электромагнитное поле. Внутрикристаллическое поле. Метод действующего поля. (Отражение и преломление плоской волны. Элементы теории интерференции и дифракции.).

Тема 4. Экситоны и поляритоны в кристалле.	Экситоны и поляритоны в кристалле. Экситонные поляритоны в атомарных криокристаллах. (Оптическая анизотропия кристаллов со структурой алмаза. Распространение экситонных поляритонов в полубесконечном атомарном криокристалле. Генерация экситонных поляритонов в алмазоподобных полупроводниках.).
Тема 5. Плазмоника и фотоника. Виды плазмонов. Плазмонные состояния	Плазмоника и фотоника. Виды плазмонов. Плазмонные состояния. Когерентность случайных процессов. Когерентные свойства оптического излучения. Временная и пространственная когерентность. Квантовые ямы, квантовые точки. Квантовые проволоки.
Тема 6 Фотонные кристаллы	Фотонные кристаллы. Перемещение фотонов в кристаллах. Трансформация поляритонного спектра неидеальных топологически упорядоченных сверхрешеток. Оптические процессы в наноструктурах. Метаматериалы. Оптические свойства изолированных наночастиц и нанокристаллических порошков.
Тема 7 Оптоэлектронные приборы	Оптоэлектронные приборы. Типы оптоэлектронных приборов. Излучательные переходы в полупроводниках. Светодиоды видимого диапазона и полупроводниковый лазер.
Содержательный модуль 2. «Сверхпроводниковые наноматериалы»	
Тема 1. Сверхпроводники	Сверхпроводники – основные экспериментальные факты. (Квантование магнитного потока. Эффект Мейснера – Оксенфельда. Критическое поле массивного сверхпроводника. Энтропия сверхпроводника и его теплоемкость. Свободная энергия. 1-ое и 2-ое уравнения Лондонов. Глубина проникновения магнитного поля.). Сверхпроводники 1-го и 2-го родов.
Тема 2. Теория сверхпроводимости Гинзбурга – Ландау.	Теория сверхпроводимости Гинзбурга – Ландау. (Плотность свободной энергии и градиентная инвариантность теории. Два характерных масштаба длины – длина когерентности и глубина проникновения. Эффект близости. Энергия границы раздела между нормальной и сверхпроводящей фазами. Андреевское отражение. Вихри Абрикосова. Пиннинг.).
Тема 3. Основные положения микроскопической теории сверхпроводников	Основные положения микроскопической теории сверхпроводников. Фононное притяжение электронов. Куперовские пары. Спектр элементарных возбуждений сверхпроводника. Энергетическая щель и плотность состояний. Туннельные эффекты в сверхпроводниках.
Тема 4. Сверхпроводники второго рода	Сверхпроводники второго рода. Поле одиночного вихря и первое критическое поле. Взаимодействие вихрей. Второе критическое поле. Поверхностная сверхпроводимость. Третье критическое поле. Критический ток в сверхпроводниках. Критическое состояние.
Тема 5. Парамагнеты. Новые функциональные материалы	Туннельная спектроскопия квазичастичных возбуждений в металлах. Физическая сущность туннелирования. Флуктуационные эффекты – проводимость тонких пленок. Парамагнеты. Спиновая поляризация электронов. Новые функциональные материалы. Мультиферроики. Карбин, графен и графан. Фуллерены и фуллериты. Углеродные нанотрубки. Полуметаллы.

Тематический план

Содержательный модуль: 1---«Магнитные и оптические наноматериалы»

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. Магнетизм и спинтроника.	10	1		2	7							
Тема 2. Магнетики. Магноны	10	1		2	7							
Тема 3. Оптоэлектроника и фотоника	10	1		2	7							
Тема 4. Экситоны и поляритоны в кристалле.	10	1		2	7							
Тема 5. Плазмоника и фотоника. Виды плазмонов. Плазмонные состояния	10	1		2	7							
Тема 6 Фотонные кристаллы	10	1		2	7							
Тема 7 Оптоэлектронные приборы	10	1		2	7							
Итого по содержательному модулю 1	70	7		14	49							
Содержательный модуль: 2---«Сверхпроводниковые наноматериалы»												
Тема 1. Сверхпроводники	11	1		3	7							
Тема 2. Теория сверхпроводимости Гинзбурга – Ландау.	12	2		3	7							
Тема 3. Основные положения микроскопической теории сверхпроводников	11	1		3	7							
Тема 4. Сверхпроводники второго рода	12	2		3	7							
Тема 5. Парамагноны. Новые функциональные материалы	10	1		2	7							
Итого по содержательному модулю 2	56	7		14	35							
Всего часов по дисциплине	126	14		28	84							

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	Магнетизм и спинтроника.	1
2	Магнетики. Магноны	1
3	Оптоэлектроника и фотоника	1
4	Экситоны и поляритоны в кристалле.	1
5	Плазмоника и фотоника. Виды плазмонов. Плазмонные состояния	1
6	Фотонные кристаллы	1
7	Оптоэлектронные приборы	1
8	Сверхпроводники	1
9	Теория сверхпроводимости Гинзбурга – Ландау.	2
10	Основные положения микроскопической теории сверхпроводников	1
11	Сверхпроводники второго рода	2
12	Парамагноны. Новые функциональные материалы	1
	ВСЕГО	14

Темы лабораторных занятий

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Распространение электромагнитных волн в неоднородных структурах. (Теор. раб.)	5
2	Компьютерный эксперимент. Квантовые компьютеры. Экситоны и волны.	5
3	Определение структурных параметры аморфных сплавов методом рентгеновского дифракционного анализа.	5
4	Термическая устойчивость АМС на основе Al при непрерывном нагреве.	5
5	Метод БЭТ: Измерение удельной поверхности и среднего размера частиц.	4
6	Упругие модули кристаллов. Упругие модули керамики.	4
	ВСЕГО	28

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Геометрическая оптика. Принцип Гюйгенса – Френеля.	7
2	Теория дифракции Кирхгофа	7

3	Поверхности волновых векторов	7
4	Роль неэквивалентности немагнитных слоев.	7
5	Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух сред.	7
6	Приближенные граничные условия М.А.Леонтовича.	7
7	Отражение волн на границе жидкости и твердого тела. Поверхностные волны.	7
8	Коэффициенты отражения и прозрачности для одного слоя.	7
9	Граница раздела жидкость – твердое тело. Основные уравнения и граничные условия.	7
10	Упругие волны в в твердых слоистых средах. Коэффициенты отражения и прозрачности.	7
11	Просветление оптики. Однослойное покрытие.	7
12	Интерференционные покрытия.	7
	ВСЕГО	84

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Термодинамика магнитных явлений. Идеальные магнетики.
2. Магнето – термические и магнето – калориметрические соотношения.
3. Парамагнитные вещества. Классическая теория Ланжевена.
4. Магнитные свойства металлов.
5. Парамагнетизм и диамагнетизм свободных электронов.
6. Характеристики технической кривой намагниченности.
7. Магнитострикция. Упругие напряжения и магнитострикция.
8. Кривые намагничивания. Два типа процессов намагничивания.
9. Магнитный гистерезис. Причины и типы гистерезиса.
10. Электронный и ядерный парамагнитный резонанс.
11. Ядерный гамма – резонанс. Эффект Мёсбауэра.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Что такое идеальные магнетики?
2. В чем смысл классической теории Ланжевена?
3. Парамагнетизм и диамагнетизм свободных электронов.
4. Основные характеристики технической кривой намагниченности.
5. Как связаны упругие напряжения и магнитострикция.
6. Магнитный гистерезис. Причины и типы гистерезиса.
7. Электронный и ядерный парамагнитный резонанс.
8. Поясните принцип Гюйгенса – Френеля.
9. Поясните физический смысл понятия поверхности волновых векторов.
10. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела двух
11. Запишите на граница - жидкость – твердое тело основные уравнения и граничные условия.
12. Открытие сверхпроводимости. Сверхпроводящие вещества.
13. Бесщелевая сверхпроводимость.
14. Жесткие сверхпроводники. Сверхпроводящие соленоиды.
15. Высокие критические поля. Смешанное состояние.
16. Применение сверхпроводников.

17. Сверхтекучесть. Квантовая жидкость. Основные свойства. Двухжидкостная модель.
18. Энергетический спектр He-2. Сверхтекучесть He-2.
19. Квантовые кристаллы. Новые сверхтекучие системы.
20. Физика сверхпроводимости в других областях науки

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

Направление подготовки:	03.04.02 Физика
Магистерская программа:	Физика конденсированного состояния
Программа подготовки:	академическая магистратура
Семестр	2
Учебная дисциплина	Новые магнитные, оптические и сверхпроводимые наноматериалы

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ВАРИАНТ №1

1. В чем смысл классической теории Ланжевена?
2. Парамагнетизм и диамагнетизм свободных электронов

Утверждено на заседании кафедрой 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	15
Задание 2	15
Всего	30

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Теоретические вопросы к экзамену

1. Введение. Классификация веществ по агрегатным состояниям.
2. Особенности четырех агрегатных состояний.
3. Формула кристалла. Ближний и дальний порядок.
4. Классификация веществ и материалов по размеру частиц (зерен).
5. Двумерные и трехмерные решетки Браве.
6. Элементарная и примитивная ячейки. Ячейка Вигнера – Зейтца.
7. Исследование структуры. Рентгеновское излучение. Закон Вульфа – Брэгга.
8. Исследование структуры. Метод вращения кристалла.

9. Исследование структуры. Метод порошка.
10. Типы связей в кристаллах и наносистемах: молекулярная связь
11. Потенциал 6 – 12 (потенциал Ленарда - Джонса).
12. Сжимаемость и объемный модуль упругости.
13. Типы связей в кристаллах и наносистемах: ионная связь – потенциал и энергия Маделунга.
14. Типы связей в кристаллах и наносистемах: ковалентная связь.
15. Системы с водородными связями.
16. Типы связей в кристаллах: металлическая связь.
17. Модель и основные положения модели Друде.
18. Основные понятия магнетизма.
19. Классификация природных магнитных структур. Диполь – дипольное, спин – орбитальное и обменное взаимодействия.
20. Пара-, диа- и ферромагнетики; ферримагнетики.
21. Виды взаимодействия в ферромагнетике.
22. Магнетики. Магноны. Взаимодействие магнонов.
23. Спиновые волны в магнитных средах.
24. Магнитные полупроводники. Наномангниты. Магнитные свойства изолированных наночастиц и нанокристаллических порошков.
25. Электромагнитное поле. Внутрикристаллическое поле. Элементы интерференции и дифракции.
26. Экситоны и поляритоны в кристалле.
27. Экситонные поляритоны в атомарных кристаллах.
28. Фотонные кристаллы. Перемещение фотонов в кристаллах.
29. Оптические процессы в наноструктурах. Метаматериалы.
30. Зонная структура германия, кремния и арсенида галлия.
31. Полупроводниковые материалы и собственная проводимость.
32. Подвижность в области собственной проводимости.
33. Понятие дырки. Мелкие примеси в полупроводниках.
34. Концентрация электронов в зоне проводимости и дырок в валентной зоне.
35. Закон действующих масс. Понятие об уровне Ферми в полупроводниках.
36. Классификация веществ и материалов по размеру частиц.
37. Типы нанокристаллических материалов.
38. Методы синтеза нанопорошков: конденсация паров (газофазный синтез) и осаждение из коллоидных растворов.
39. Методы синтеза нанопорошков: детонационный синтез и электровзрыв.
40. Методы синтеза нанопорошков: синтез высокодисперсионных оксидов в жидких металлах.
41. Компактирование нанопорошков.
42. Осаждение на подложку. Кристаллизация аморфных сплавов.
43. Интенсивная пластическая деформация. Превращение порядок – беспорядок.
44. Электронная микроскопия. Дифракционный метод.
45. Суперпарамагнетизм, седиментация, газовая адсорбция и газовая фильтрация.
46. Классификация дефектов по геометрическим признакам.

Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки:

03.04.02 Физика

Магистерская программа:
Программа подготовки:
Семестр
Учебная дисциплина

**физика конденсированного состояния
академическая магистратура
2
Новые магнитные, оптические и сверхпроводимые
наноматериалы**

БИЛЕТ №1

1. Магнетики. Магноны. Взаимодействие магнонов.
2. Магнитные полупроводники. Наномагниты.
3. Электромагнитное поле. Внутрикристаллическое поле

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий, протокол №
___ от “___” _____ 20__ г.

Зав. 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 «Новые магнитные, оптические и сверхпроводимые наноматериалы» 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 «Новые магнитные, оптические и сверхпроводимые наноматериалы» проводятся в учебной лаборатории №015 «Микро и нано структуры». Оборудована комплектом учебной мебели на 12 посадочных мест, комплект рабочего места преподавателя, флوماстерная доска, масс-спектрометр (МИ 1201АТ-01), микроскоп электронный растровый РЭМ-106 И, установка для изучения оптических свойств тонких пленок (п/п диэлектриков), 1 компьютер для снятия и обработки данных с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет.

Самостоятельная работа студентов проходит в читальном зале № 3 авторефератов и диссертаций, укомплектован комплект учебной мебели на 50 посадочных мест, оснащен компьютером в комплекте (2 шт.), расположен по адресу г. Донецк, пр. Театральный, 13, каб. 106.

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
<i>Основная литература</i>			
1.	Юрченко В.М. Новые магнитные, оптические и сверхпроводимые наноматериалы [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / В.М.Юрченко - Донецк: ДонНУ, 2019. - Электронные данные (1 файл)	1	
2.	Милославский А.Г. Конспект лекций по курсу «Основы процессов микро- и нанотехнологий». – Донецк: ДонНУ, 2018. – 246 с.	2	
3.	Терехов С. В. Физика нанобъектов: [учебное пособие] / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин; ГОУ ВПО «ДонНУ» - Донецк: ДонНУ, 2013. – 418 с.	4	
4.	Пашинская Е. Г. Физика деформированных сред: учебное пособие для студентов специальности 03.03.02 "Физика" / Е. Г. Пашинская, В. Н. Варюхин; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Физико-технический факультет, Кафедра теоретической физики и нанотехнологий. – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2017. – 173 с.	9	

<i>Дополнительная литература</i>			
5.	Терехов С. В. Вариационные принципы классической механики / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин, А. Г. Петренко; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Физико-технический факультет, Кафедра теоретической физики и нанотехнологий. – Донецк: ГОУ ВПО "ДонНУ", 2018. – 52 с.	6	
6.	Нанотехнологии и специальные материалы: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140140 – Техн. физика / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова; под ред. Ю. П. Солнцева. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2009. – 334, [1] с.	1	
7.	Нанотехнологии: азбука для всех / Н. С. Абрамчук, С. М. Авдошенко, А. Н. Баранов и др.; под ред. Ю. Д. Третьякова. – 2-е изд. – Москва: Физматлит, 2009. – 365 с.	4	
8.	Елисеев А. А. Функциональные наноматериалы: учеб. пособие для студентов старших курсов, обучающихся по специальности 020101 (011000) – Химия / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин. – Москва: Физматлит, 2010.	1	
9.	Рамбиди Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Березкин. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 454 с.	2	
10.	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – Изд. 2-е. – Москва: Физматлит, 2009. – 414 с.	6	
11.	Краснюк И. Б. Детерминированный хаос в простых задачах физики полимеров / И. Б. Краснюк, Р. М. Таранец, В. М. Юрченко, А. Е. Зюбанов, В. Ф. Русаков // Вісник Донецького національного університету [Текст]: науковий журнал. Серія А. Природничі науки / Донецький нац. ун-т; голов. ред. В. П. Шевченко; редкол. серії: В. П. Шевченко (голов. ред.) та ін.; відп. ред. С. В. Беспалова. – 2011. - № 2. – С. 75-83.	2	

14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://donnu.ru/> – сайт ДонНУ.

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

<http://library.donnu-support.ru/catalog/scripts/wek2.exe/mb> - Электронный каталог ДонНУ:

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 _____