

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра Теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

«01» июля



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки:	28.04.03 Наноматериалы
Магистерская программа:	Наноматериалы и нанотехнологии
Образовательная программа:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, <u>заочная</u>

Донецк 2020



УТВЕРЖАЮ:

И.о. декана физико-технического
факультета

С.А. Фоменко

«24» июня 2020 г.

МП

Программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура направления подготовки 28.04.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 966; на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики (ГОС ВПО ДНР) направления подготовки 28.04.03 Наноматериалы (квалификация: «магистр»), утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от 28 мая 2020 г. № 85-нп; 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 Наноматериалы и нанотехнологии направления подготовки 28.04.03 Наноматериалы, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор, канд. физ-мат наук,
профессор кафедры теоретической
физики и нанотехнологий

Иваницын Н.П.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол № 19 от «11» июня 2020 г.

Зав. кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Варюхин В.Н.

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

Протокол № 6 от «23» июня 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

Котенко В.Н.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ:

Дисциплина «Коррозия и защита нанокристаллических материалов» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы (магистерская программа: наноматериалы и нанотехнологии).

Дисциплина реализуется на физико-техническом факультете кафедрой теоретической физики и нанотехнологий.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Основы кристаллографии», «Физика гетероэпитаксиальных наноструктур», «Дефекты в кристаллах» на предыдущем уровне образования.

Состоит из модуля: «Коррозия и защита нанокристаллических материалов».

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

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	28.04.03 Наноматериалы	
Магистерская программа	Наноматериалы и нанотехнологии	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина обязательной / вариативной части образовательной программы	Дисциплина вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	Экзамен, модульный контроль	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	6	6
Год подготовки	2	
Семестр	3	
Количество часов	216	216
- лекционных	28	4
- практических, семинарских	56	12
- лабораторных		
- самостоятельной работы	132	200
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	6	16
в т.ч. аудиторных	6	16

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи.

Цель – сформировать у студентов знаний и умений в области учения о коррозии и защите материалов. Сформировать знания о физических особенностях протекания процесса, связанного с разрушением нанообъектов, а также факторах ускоряющих или замедляющих этот процесс.

Задачи:

- Изучение особенностей структуры нанообъектов и наноструктурированных систем, их свойств и областей применения;
- Изучение закономерностей, связывающих размерный эффект (фактор) и свойства наноматериалов;

- Формирование практических навыков по исследованию свойств нанообъектов и их защите от внешних воздействий, в первую очередь от коррозии.
- Формирование навыков работы с научно-технической информацией.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины «Коррозия и защита нанокристаллических материалов» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.04.03 Наноматериалы (магистерская программа: наноматериалы и нанотехнологии):

а) универсальных (УК):

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

Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2);

Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3);

Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6).

б) общепрофессиональных (ОПК):

Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей (ОПК-1);

Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений (ОПК-3);

Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов (ОПК-4) ;

Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов (ОПК-5) ;

Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области получения наноматериалов (ОПК-7).

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

способен формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ПК-1);

способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

способен к академической мобильности, активному партнерскому участию в работе зарубежных научно-исследовательских лабораторий во время научных стажировок, а также путем презентации стендовых и устных докладов на научных конференциях (ПК-4);

способен представлять исторические этапы развития нанотехнологий, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире (ПК-5);

производственно-технологическая деятельность:

способен к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК-6);

способен к составлению методических документов (в том числе лабораторного журнала) при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ (ПК-7);

способен участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8);

организационно-управленческая деятельность:

готов к осуществлению организационных мероприятий по реализации запланированных научно-исследовательских работ, способен контролировать соблюдение техники безопасности и регламента выполнения работ (ПК-9);

способен провести экспертизу научно-исследовательских работ в области нанотехнологий (ПК-10);

способен руководить курсовыми и другими квалификационными работами обучающихся (бакалавров) и стажеров (ПК-11);

готов к кооперации с коллегами и работе в коллективе, к организации работы малых коллективов исполнителей (ПК-12);

проектная деятельность:

способен участвовать в разработке бизнес-планов и оценивать экономическую эффективность и возможность коммерциализации наукоемкой продукции –наносистем, наноматериалов и изделий на их основе (ПК-13);

способен участвовать в подготовке и реализации научных проектов республиканского уровня, а также международных грантов (ПК-14).

В результате изучения дисциплины студент должен

Знать:

- Основы теории коррозионных процессов в различных средах.
- Основные источники коррозионного воздействия на конструкционные материалы различного происхождения и толщины.
- Способы надежности оборудования от последствия коррозионного воздействия, защиту материалов от коррозии.

Уметь:

- Оценить характер влияния среды на закономерности протекания коррозионных процессов, выбрать материал и способы его защиты от коррозии.

Владеть:

- Методами оценки коррозионной стойкости материала, его выбором для создания рабочей установки, а также его защиты от коррозии.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль «Коррозия и защита нанокристаллических материалов»	
Тема 1. Введение. Основные учения о коррозии материалов	Прямые и косвенные методы потерь от коррозии. Классификация коррозионных разрушений. Количественные и качественные оценки коррозии. Влияние внешних и внутренних факторов на развитие коррозионных разрушений. Коррозионные среды и виды коррозии. Термодинамика и кинетика в учениях о коррозии и защите материала.
Тема 2. Теория окисления материалов. Адсорбция и кинетика адсорбции	Гипотезы Френкеля, Шоттки, законы Филя. Теория Вагнера, Архарова. Адсорбция и кинетика адсорбции кислорода на нанокристаллических материалах и эпитаксиальных пленках. Десорбция, энергия активации десорбции. Влияние адсорбции на физические свойства нанокристаллических материалов. Коррозия металлов, сплавов и неметаллических материалов.
Тема 3. Зародышеобразование в поверхностных окисных пленках, их оценки и отделение от подложки	Доказательства существования процесса зародышеобразования окисла. Происхождение процесса окисления с зародышеобразованием в нанокристаллических материалах и хемозэпитаксиальных пленках. Методы получения пленок. Исследование структуры тонких окисных слоев (методы ПЭМ, РЭМ, РСА, ЭГ). Оценка толщины пленок и их отделение от подложки. Ориентация продуктов реакции (коррозии) на свойства эпитаксиальных пленок. Влияние физических и химических условий на скорость роста окалина (температура, давление, концентрация примесей, дефектов).
Тема 4. Локальная коррозия и разрушение материалов	Коррозия металлов и сплавов в естественных условиях. Коррозионно-механические разрушения металлов. Дефекты кристаллической решетки. Роль объемных дефектов на процесс разрушения.
Тема 5. Защита от коррозии	Основные пути защиты металлических изделий от коррозии. Металлические и неметаллические защитные покрытия. Электрохимическая защита. Воздействие на коррозионную среду.
Тема 6. Меры борьбы с коррозией.	Легирование – как метод защиты от коррозии. ХТО (азотирование, цементация, нитроцементация). Диффузионная металлизация.

	Методы плакирования.
Тема 7. Экологические аспекты проблемы коррозии.	Экологические аспекты проблемы коррозии.

Тематический план

Содержательный модуль : « Коррозия и защита нанокристаллических материалов»												
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. Введение. Основные учения о коррозии материалов	31	4	8		19		29,5	0,5	1		28	
Тема 2. Теория окисления материалов. Адсорбция и кинетика адсорбции	31	4	8		19		29,5	0,5	1		28	
Тема 3. Зародышеобразование в поверхностных окисных пленках , их оценки их отделение от подложки	31	4	8		19		29,5	0,5	1		28	
Тема 4. Локальная коррозия и разрушение материалов	31	4	8		19		29,5	0,5	1		28	
Тема 5. Защита от коррозии	31	4	8		19		29,5	0,5	1		28	
Тема 6. Меры борьбы с коррозией.	31	4	8		19		29,5	0,5	1		28	
Тема 7. Экологические аспекты проблемы коррозии.	30	4	8		18		39	1	6		32	
Итого по содержательному модулю	216	28	56		132		216	4	12		200	
Всего часов по модулю	216	28	56		132		216	4	12		200	

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

Темы лекционных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Введение. Основные учения о коррозии материалов	4
2	Теория окисления материалов. Адсорбция и кинетика адсорбции	4
3	Зародышеобразование в поверхностных окисных пленках , их оценкаи их отделение от подложки	4
4	Локальная коррозия и разрушение материалов	4
5	Защита от коррозии	4
6	Меры борьбы с коррозией.	4
7	Экологические аспекты проблемы коррозии.	4
	ВСЕГО	28

Темы практических занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Химические свойства металлов в различных средах.	8
2	Влияние температуры на скорость окисления и определение энергии активации коррозионного процесса	8
3	Электрохимическая коррозия металлов в различных средах. Определение скорости коррозии.	8
4	Способы защиты от коррозии (лаковые, гальванические покрытия). Ингибиторы коррозии.	8
5	Оценка защитного действия ингибитора.	8
6	Определение глубинного показателя коррозии.	8
7	Эпитаксиальные пленки.	8
	ВСЕГО	56

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	Условие сплошности пленок Псалинга-Бедворста	19
2	Законы роста окисных пленок	19

3	Влияние химического состава, структуры, величины дефектов, качества подготовки поверхности изделий на скорость диффузии.	19
4	Строение окарины	19
5	Защитные атмосферы	19
6	Коррозия наноматериалов	19
7	Эпитаксиальные пленки	18
	ВСЕГО	132

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.

Темы для выполнения индивидуальной работы (темы рефератов, семинаров)

1. Изучение влияния температуры на скорость коррозии.
2. Изучение влияния температуры на толщину окисной пленки.
3. Изучение окисления железа на воздухе при температуре 300 °С.
4. Изучение окисления железа на воздухе при температуре 400 °С.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Определения основных понятий коррозии металлов.
2. Прямые и косвенные методы от коррозии.
3. Классификация коррозионных разрушений.
4. Коррозионные среды и виды коррозии.
5. Термодинамика и кинетика в учении о коррозии и защите материала.
6. Теория окисления материалов.
7. Гипотезы Френкеля, Шоттки, законы Фила, теория Вагнера.
8. Коррозия металлов, сплавов и неметаллических материалов.
9. Основные пути защиты металлических изделий от коррозии.
10. Коррозионно-стойкие покрытия.
11. Воздействие на коррозионную среду.
12. Легирование как метод защиты от коррозии.
13. Методы нанесения защитных покрытий.
14. Плакирование.
15. Диффузионная металлизация.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки:

Магистерская программа:

Программа подготовки:

Семестр

Учебная дисциплина

28.04.03 Наноматериалы

наноматериалы и нанотехнологии

магистратура

3

КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Основные пути защиты металлических изделий от коррозии.
2. Плакирование.
3. Коррозионно-стойкие покрытия.

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

Зав. кафедрой _____

Преподаватель _____

Критерии оценивания модульного контроля

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

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

(теоретические вопросы к экзамену, образец билета и критерий оценивания)

Теоретические вопросы к экзамену

1. Классификация коррозионных процессов по механизму, условиям протекания и характеру разрушения.
2. Химическая и газовая коррозия.
3. Электрохимическая коррозия.
4. Термодинамика протекания процесса.
5. Адсорбция.
6. Образование пленок продуктов коррозии.
7. Сплошность пленок.
8. Строение окисной пленки.
9. Влияние химического состава, структуры, величины дефектов, температуры качества подложки на скорость коррозионных процессов.
10. Коррозионные среды.
11. Коррозия металлов, сплавов, неметаллических материалов.
12. Методы защиты изделий от коррозии, их суть и особенности.
13. Экологические аспекты проблемы коррозии.

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки:

23.04.03 Наноматериалы

Магистерская программа:

наноматериалы и нанотехнологии

Программа подготовки:

магистратура

Семестр

3

БИЛЕТ №1

1. Классификация коррозионных процессов.
2. Строение окисной пленки.
3. Методы защиты изделий от коррозии.

Утверждено на заседании кафедрой 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 «Коррозия и защита нанокристаллических материалов» 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	Индивидуальная творческая работа	
Макс 10 баллов	макс 5 баллов	макс 30 баллов	макс 5 баллов	100 баллов

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 «Коррозия и защита нанокристаллических материалов» проводятся в учебной лаборатории «Физика диэлектриков» № 013, оборудованной комплектом учебной мебели на 18 посадочных мест, комплект рабочего места преподавателя, меловая доска, 1 установка для измерения кристаллических свойств материалов, 1 Измерительный комплекс Р2-23А, 1 ноутбук с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, 1 мультимедийный проектор, 1 экран переносной.

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.	Коррозия и защита металлов [Текст] : сб. науч. тр. Вып. 6 / [редкол.: С. М. Белоглазов (отв. ред. и др.)] ; Калининградский гос. ун-т. - Калининград, 1983. - 152 с.	3	
2.	Терехов С. В. Физика нанообъектов: [учебное пособие] / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин; ГОУ ВПО «ДонНУ» - Донецк: ДонНУ, 2013. – 418 с.	4	
3.	Пул, Ч. П. Нанотехнологии : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подгот. "Нанотехнологии" / Ч. Пул, Ф. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - 3-е изд. - М. : Техносфера, 2007. - 375 с.	8	
4.	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – Изд. 2-е. – Москва: Физматлит, 2009. – 414 с.	6	
5.	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.	2	
<i>Дополнительная литература</i>			
6.	Рачев, Х. Д. Справочник по коррозии / Х. Д. Рачев, С. Т. Стефанова ; пер. с болг. С. И. Нейковского ; под ред. Н. И. Исаева. - М. : Мир, 1982. - 519 с.	6	

7.	Защитные металлические и оксидные покрытия, коррозия металлов и исследования в области электрохимии : сб. ст. / под ред. Н. П. Федотьева ; АН СССР, Отд-ние общ. и техн. химии. - Москва-Ленинград : Наука, 1965. - 438 с.	6	
8.	Коррозия и защита конструкционных металлических материалов : сб. ст. / под ред. Н. Д. Томашова. - Москва : Машгиз, 1961. - 260 с.	3	
9.	Головин, Ю. И. Введение в нанотехнику / Ю. И. Головин. - М. : Машиностроение, 2007. - 493 с.	2	
10.	Получение и исследование наноструктур : лабораторный практикум по нанотехнологиям / [А. А. Евдокимов и др.] ; под ред. А. С. Сигова. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 146 с.	3	
11.	Суздалев, И. П. Нанотехнология : физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздалев. - 2-е изд. - Москва : URSS : Либроком, 2009. - 589 с.	1	

14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

(с указанием названия и полного электронного адреса)

1. Научная электронная библиотека www.elibrary.ru.
2. Сайт компании РОСНАНО <http://www.rusnano.com/>
3. Образовательные ресурсы «Единое окно» <http://window.edu.ru/window/library>
4. Книго-поиск. <http://www.knigo-poisk.ru>

15. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (при наличии)

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.

Зав. кафедрой _____

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

Протокол № __ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____