

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559101fe

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)

Физико-математический факультет

Кафедра теоретической физики

Согласовано управлением организации и
контроля качества образовательной
деятельности
«22» июня 2021 г.

Начальник управления

/ Г.Е. Суслин /

Одобрено учебно-методическим советом

Протокол «22» июня 2021 г. № 5

Председатель

/ О.А. Шестакова /

Рабочая программа дисциплины

Введение в физику нанотехнологии

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета:

Протокол от «17» июня 2021 г. № 12

Председатель УМКом

/Барабанова Н.Н./

Рекомендовано кафедрой теоретической
физики

Протокол от «10» июня 2021 г. № 11

Зав. кафедрой

/Беляев В.В./

Мытищи

2021

Автор-составитель:

Беляев Виктор Васильевич, доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой теоретической физики МГОУ
Классен Николай Владимирович, кандидат физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник Института физики твёрдого тела РАН, г. Черноголовка

Рабочая программа дисциплины «Введение в физику нанотехнологии» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений и является элективной дисциплиной.

Год начала подготовки 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	6
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	16
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цели дисциплины «Введение в физику нанотехнологии»: ознакомление студентов с концептуальными основами дисциплины «Введение в физику нанотехнологии» как современной комплексной фундаментальной науки; формирование естественнонаучного мировоззрения на основе знания особенностей, основных принципов и закономерностей развития наноматериалов; интеллектуальное развитие студентов через систему классических и современных естественнонаучных концепций.

Задачи дисциплины: ознакомить студентов с основными проблемами, закономерностями, историей и тенденциями развития нанотехнологии, в которых раскрываются фундаментальные научные проблемы современной науки; сформировать понимание принципов преемственности, соответствия и непрерывности в изучении природы; дать представление о революциях в нанотехнологии и смене научных мировоззрений как ключевых этапах развития естествознания; сформировать понимание сущности фундаментальных законов природы, определяющих облик современного естествознания, к которым сводится множество законов нанотехнологии; сформировать знания, необходимые для изучения смежных дисциплин; расширить кругозор, сформировать научное мышление и научное мировоззрение, основанное на синтезе естественнонаучных и гуманитарных концепций.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ДПК-2 - способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Введение в физику нанотехнологии» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений и является элективной дисциплиной, содержит изложение основных методов нанотехнологических исследований, приведших к формированию современных представлений о строении и материалах. В программе курса излагаются следующие необходимые основы общей нанотехнологии: история и этапы развития нанотехнологии, закон Мура для интегральных микросхем, размерные эффекты и условия их проявления, квантовые эффекты (туннелирование), сверхпроводимость, углерод и его аллотропные состояния, пористый кремний, наноструктурированные наноматериалы, низкоразмерные системы, физика наночастиц и нанокристаллических материалов, нано-электромеханические устройства, современные полевые МОП транзисторы, нанотехнологии и наноматериалы в машиностроении, транспорте, авиации, космической технике, электронике, информационных технологиях, военном деле, а также социально-экономические последствия внедрения нанотехнологий в отдельные сферы жизнедеятельности человека.

Знание современных фундаментальных научных положений естествознания, его мировоззренческих и методологических выводов является необходимым элементом подготовки специалистов в любой области деятельности.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, дадут возможность студентам осваивать такие дисциплины учебного плана как «Физическая электроника», «Технология полупроводниковых материалов», «Квантовая теория» на качественно более высоком уровне.

3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объём дисциплины

Показатель объёма дисциплины	Очная форма обучения
Объём дисциплины в зачётных единицах	4
Объём дисциплины в часах	144
Контактная работа:	90,5
Лекции	30
Лабораторные занятия	60
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,5
Курсовая работа	0,3
Зачёт	0,2
Самостоятельная работа	28
Контроль	25,5

Формой промежуточной аттестации являются: курсовая работа и зачёт в 6 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) с кратким содержанием	Количество часов	
	Лекции	Лабораторные занятия
Тема 1. Введение в предмет нанотехнологии и нанобиотехнологий Основные понятия и термины. История и этапы развития нанотехнологии. Закон Мура для интегральных микросхем	4	8
Тема 2. Физические основы нанотехнологий Размерные эффекты и условия их проявления. Квантовые эффекты (туннелирование). Сверхпроводимость. Углерод. Аллотропные состояния углерода. Кремний. Пористый кремний	4	8
Тема 3. Наноматериалы и методы их получения Наноструктурированные наноматериалы, низкоразмерные системы. Физика наночастиц и нанокристаллических материалов. Наноэлектромеханические устройства. Современные полевые МОП транзисторы. Нанотехнологии и наноматериалы в машиностроении, транспорте, авиации, космической технике, электронике, информационных технологиях, военном деле. Нанореplikаторы. «Умные» материалы	5	8
Тема 4. Современное оборудование и принцип его работы Методы и принципы работы измерительных приборов. Сканирующие зондовые и атомно – силовые микроскопы. Лазерный пинцет. Высоковакуумная установка магнетронного напыления. Прецизионное и метрологическое оборудование для нанотехнологий	5	8
Тема 5. Современные подходы к исследованию наноматериалов Методы исследования поверхности. Диэлектрическая и акустическая спектроскопия. Фотоника и оптические методы исследования. Электронно-ионная спектроскопия. Плазмохимическое осаждение из газовой фазы. Рамановская и флуоресцентная микроскопия	3	8

Тема 6. Биоинженерии на современном этапе развития Современные результаты развития нанобиотехнологий. Адресная доставка лекарств. Наноклапаны. Клетка, структура и свойства ДНК и РНК. Биосинтез белка	3	8
Тема 7. Биофармакология – состояние и перспективы развития Применение наночастиц как лекарственных форм. Генетика и органическая химия высокомолекулярных соединений. Промышленно получение биомассы. Генетические трансформированные сельскохозяйственные растения и животные. Медицинские нанороботы	3	6
Тема 8. Социально-экономические последствия и развитие нанотехнологий и нанобиотехнологий в России и в мире Социально-экономические последствия внедрения нанотехнологий в отдельные сферы жизнедеятельности человека. Проблемы коммерциализации нанотехнологий. Современное состояние и прогнозы развития нанотехнологий в России и в мире	3	6
Итого	30	60

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
Введение в предмет нанотехнологии и нанобиотехнологий	Основные понятия и термины. История и этапы развития нанотехнологии. Закон Мура для интегральных микросхем	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, курсовая работа, решенные задачи
Физические основы нанотехнологий	Размерные эффекты и условия их проявления. Квантовые эффекты (туннелирование). Сверхпроводимость. Углерод. Аллотропные состояния углерода. Кремний. Пористый кремний	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, курсовая работа, решенные задачи
Наноматериалы и методы их получения	Наноструктурированные наноматериалы, низкоразмерные системы. Физика наночастиц и нанокристаллических материалов. Наноэлектромеханические устройства. Современные полевые МОП транзисторы.	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, курсовая работа, решенные задачи

	Нанотехнологии и наноматериалы в машиностроении, транспорте, авиации, космической технике, электронике, информационных технологиях, военном деле. Нанореplikаторы. «Умные» материалы				
Современное оборудование и принцип его работы	Методы и принципы работы измерительных приборов. Сканирующие зондовые и атомно – силовые микроскопы. Лазерный пинцет. Высоковакуумная установка магнетронного напыления. Прецизионное и метрологическое оборудование для нанотехнологий	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, курсовая работа, решённые задачи
Современные подходы к исследованию наноматериалов	Методы исследования поверхности. Диэлектрическая и акустическая спектроскопия. Фотоника и оптические методы исследования. Электронно-ионная спектроскопия. Плазмохимическое осаждение из газовой фазы. Рамановская и флуоресцентная микроскопия	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, курсовая работа, решённые задачи
Биоинженерии на современном этапе развития	Современные результаты развития нанобиотехнологий. Адресная доставка лекарств. Наноклапаны. Клетка, структура и свойства ДНК и РНК. Биосинтез белка	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, курсовая работа, решённые задачи

Биофармакология – состояние и перспективы развития	Применение наночастиц как лекарственных форм. Генетика и органическая химия высокомолекулярных соединений. Промышленно получение биомассы. Генетические трансформированные сельскохозяйственные растения и животные. Медицинские нанороботы	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, курсовая работа, решённые задачи
Социально-экономические последствия и развитие нанотехнологий и нанобиотехнологий в России и в мире	Социально-экономические последствия внедрения нанотехнологий в отдельные сферы жизнедеятельности человека. Проблемы коммерциализации нанотехнологий. Современное состояние и прогнозы развития нанотехнологий в России и в мире	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, курсовая работа, решённые задачи
ИТОГО		28			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Изучение дисциплины «Введение в физику нанотехнологии» позволяет сформировать у бакалавров следующие компетенции, необходимые для педагогической, культурно-просветительской и научно-исследовательской деятельности:

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ДПК-2 - способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности.	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
-------------	--------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------------------

компетенции				ния	вания
ДПК-2	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики. Уметь применять основные методы решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики.	посещение, задачи, курсовая работа, лабораторные работы, домашняя работа, зачет	41-60
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики. Уметь применять основные методы решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики. Владеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках физики, математики и информатики, и применить их в профессиональной деятельности.	посещение, задачи, курсовая работа, лабораторные работы, домашняя работа, зачет	61-100

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примеры домашних заданий

1. До какого предела можно измельчить вещество так, чтобы оно ещё сохраняло свойства фазы? В качестве модели рассмотрим частицу вещества, имеющую форму куба с длиной ребра a . Предположим, что расстояние между центрами молекул составляет 0,3 нм (размер молекулы воды 0,28 нм). Стоит обратить внимание на то, чтобы молекулы на 12 рёбрах и 8 вершинах куба были учтены только один раз.
2. Имеются два наноматериала одного и того же химического состава, состоящие из частиц сферической формы. Средний радиус частиц первого материала – 200 нм, а второго – 40 нм. Какой из двух материалов имеет большую удельную поверхность и во сколько раз?

3. Порошок диоксида титана имеет удельную поверхность $110 \text{ м}^2/\text{г}$. Считая, что порошок состоит из сферических частиц одного и того же размера, рассчитайте их радиус. Сколько атомов титана и кислорода входят в состав одной наночастицы? Плотность TiO_2 равна 3.6 г/см^3 .
4. Рассчитайте массу графенового квадрата размером $10 \times 10 \text{ нм}$. Для насыщения свободных валентностей углерод в графене способен образовывать связи с газообразными веществами. Чему равно максимальное число атомов водорода, которые может присоединить указанный выше графеновый квадрат?
5. Температура кипения бензола при стандартном давлении (1 бар) $T_{\text{кип}} = 353.3 \text{ К}$. Температурная зависимость давления насыщенного пара бензола вблизи температуры кипения даётся выражением

$$\ln p(T) = -\frac{\Delta H_{\text{исп}}}{RT} + \text{const.}$$

где $\Delta H_{\text{исп}} = 30720 \text{ Дж/моль}$ – энтальпия испарения бензола. Рассчитайте температуру кипения бензола, находящегося в виде капель радиусом 5.0 нм , при стандартном давлении. Поверхностное натяжение бензола 0.029 Дж/м^2 , плотность 0.890 г/см^3 .

Примеры вариантов решения задач

Вариант 1

1. При каком минимальном n размере частицы Fe_n может попасть в нанодиапазон? Радиус атома железа – 132 пм .
2. Оцените число атомов в наночастице золота диаметром 3 нм . Радиус атома Au составляет 0.144 нм . Оцените, какая доля (в %) атомов золота находит на поверхности наночастицы золота.
3. Сколько атомов углерода входит в состав наноалмаза диаметром 5.0 нм ? Какой процент от общего объёма алмаза занимают атомы углерода? Необходимая информация: ковалентный радиус атома углерода составляет 0.077 нм (половина длины связи C-C). Плотность алмаза 3.52 г/см^3 .
4. Имеются два наноматериала одного и того же химического состава, состоящие из частиц сферической формы. Средний радиус частиц первого материала – 200 нм , а второго – 40 нм . Какой из двух материалов имеет большую удельную поверхность и во сколько раз?
5. Порошок диоксида титана имеет удельную поверхность $110 \text{ м}^2/\text{г}$. Считая, что порошок состоит из сферических частиц одного и того же размера, рассчитайте их радиус. Сколько атомов титана и кислорода входят в состав одной наночастицы? Плотность TiO_2 равна 3.6 г/см^3 .

Вариант 2

1. Удельная поверхность открытых одностенных углеродных нанотрубок равна $1000 \text{ м}^2/\text{г}$, а плотность составляет 1.3 г/см^3 . Считая, что у всего материала отношение объёма к поверхности – такое же, как и у одной трубки, оцените диаметр нанотрубки.
2. Найдите расстояние между центрами соседних молекул фуллерена в его низкотемпературной модификации (плотность 1.7 г/см^3), которая имеет примитивную кубическую решётку, где молекулы находятся только в вершинах кубической элементарной ячейки.
3. Какие элементы из перечисленных ниже могут образовывать наночастицы при обычных условиях? Почему нельзя получить наночастицы из остальных элементов. Элементы: азот, сера, иод, молибден, платина.
4. Определите формулу наночастицы золота Au_n , которая в 344 раза тяжелее атома серы.

5. Сколько наночастиц Au_{55} теоретически можно получить из 1.0 нг хлорида золота AuCl_3 ?

Темы лабораторных работ

1. Определение вязкости полимерного раствора при помощи вискозиметра
2. Исследование микросфер полимера в естественном и поляризационном свете
3. Изучение структуры ячеек ЖК в спектрофотометре.

Темы курсовых работ

1. Прецизионное и метрологическое оборудование для нанотехнологий.
2. Методы исследования поверхности.
3. Сканирующие зондовые и атомно-силовые микроскопы.
4. Денситометрия ферромагнитных коллоидных растворов.
5. Получение и свойства наночастиц.
6. Получение и свойства коллоидов.
7. Молекулярная электроника: молекулярные проводники.
8. Получение и свойства нанокompозитов.
9. Распространение ультразвуковых волн в ферромагнитных коллоидах.
10. Нанoeлектроника: приборы и устройства.
11. Гранулированные сверхпроводники.
12. Спинтроника.
13. Элементы когерентных квантовых устройств.
14. Современные открытия в области нанотехнологий.
15. Анизотропия поглощения ультразвука в МНЖ на основе лёгких углеводов.

Вопросы на зачёте

1. История и этапы развития нанотехнологии.
2. Закон Мура для интегральных микросхем.
3. Размерные эффекты и условия их проявления.
4. Квантовые эффекты (туннелирование).
5. Углерод. Аллотропные состояния углерода.
6. Физика наночастиц и нанокристаллических материалов.
7. Нано-электромеханические устройства.
8. Современные полевые МОП транзисторы.
9. Нанореplikаторы.
10. Сканирующие зондовые и атомно – силовые микроскопы.
11. Прецизионное и метрологическое оборудование для нанотехнологий.
12. Методы исследования поверхности.
13. Диэлектрическая и акустическая спектроскопия.
14. Фотоника и оптические методы исследования.
15. Электронно-ионная спектроскопия.
16. Плазмохимическое осаждение из газовой фазы.
17. Рамановская и флуоресцентная микроскопия.
18. Адресная доставка лекарств.
19. Клетка, структура и свойства ДНК и РНК. Биосинтез белка.
20. Генетика и органическая химия высокомолекулярных соединений.
21. Генетические трансформированные сельскохозяйственные растения.
22. Социально-экономические последствия внедрения нанотехнологий в отдельные сферы жизнедеятельности человека.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание степени освоения обучающимися дисциплины осуществляется на основе положения «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов МГОУ».

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам: 100 – 81 баллов – «отлично» (5); 80 – 61 баллов – «хорошо» (4); 60 – 41 баллов – «удовлетворительно» (3); до 40 баллов – «неудовлетворительно».

Ответ обучающегося на зачёте оценивается в баллах с учётом шкалы соответствия рейтинговых оценок

Шкала оценивания зачета

Оценка	Балл
Зачтено	41-100
Не зачтено	0-40

В зачётно-экзаменационную ведомость и зачётную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на зачёте неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах Университета исходя из требований образовательных стандартов.

Процедура оценивания знаний и умений состоит из следующих составных элементов:

- 1) учёт посещаемости лекционных и лабораторных занятий осуществляется по ведомости, представленной ниже в форме таблицы;
- 2) текущий контроль.

Московский государственный областной университет Ведомость учёта посещения Физико-математический факультет

Направление: Физика

Дисциплина: Введение в физику нанотехнологии

Группа № _____

Преподаватель: _____

№ п/п	Фамилия И.О. студента	Посещение занятий							Итого %	
		1	2	3	4					18
1.		+	–	+	–				+	61
2.		–	+	+	+				+	66

Московский государственный областной университет
Ведомость учёта текущей успеваемости
Физико-математический факультет

Направление: Физика

Дисциплина: Введение в физику нанотехнологии

Группа № _____

Преподаватель: _____

№ п / п	Фа- ми- лия И.О.	Сумма баллов, набранных в семестре					Под- пись пре- по- дав.	Су- мма бал- лов за за- чёт	Об- щая сум- ма бал- лов	Оценка за курсо- вую работу			Ито- говая оцен- ка (за- чёт или неза- чёт)	Подпись препо- давателя
		Посе- щение до 10 бал- лов	За- да- чи до 10 бал- лов	Дом- . за- да- ния до 10 бал- лов	Кур- совая ра- бота до 10 бал- лов	Лабора- торная работа до 10 баллов				Коли- чество баллов	Циф- рой	Про- пи- сью		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.														
2.														
3.														

Шкала и критерии оценивания посещаемости

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент посетил 81-100% от всех занятий.	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент посетил 61-80% от всех занятий.	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент посетил 41-60% от всех занятий	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент посетил 0-40% от всех занятий	0-1

Шкала и критерии оценивания лабораторных работ

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех лабораторных работ	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех лабораторных работ	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех лабораторных работ	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех лабораторных работ	0-1

Шкала и критерии оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент решил 81-100% от всех задач	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент решил 61-80% от всех задач	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 41-60% от всех задач	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-40% от всех задач	0-1

Шкала и критерии оценивания домашней работы

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент выполнил 71-90% от всех домашних работ	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент выполнил 51-70% от всех домашних работ	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент выполнил 31-50% от всех домашних работ	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент выполнил 0-30% от всех домашних работ	0-1

Шкала и критерии оценивания написания курсовой работы

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент отобразил в курсовой работе 71-90% выбранной темы.	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент отобразил в курсовой работе 51-70% выбранной темы	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент отобразил в курсовой работе 31-50% выбранной темы	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент отобразил в курсовой работе 0-30% выбранной темы	0-1

Структура оценивания зачета

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Зачтено</i>	Полные и точные ответы на все вопросы. Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы.	32-50
<i>Не зачтено</i>	Ответ на менее половины вопросов.	0-31

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**6.1. Основная литература**

1. Введение в нанотехнологию: учебник для вузов / Марголин В.И.[и др.]. - СПб. : Лань, 2019. - 464с. – Текст: непосредственный.
2. Давыдов, С.Ю. Элементарное введение в теорию наносистем: учеб.пособие для вузов / С. Ю. Давыдов, А. А. Лебедев, О. В. Посредник. - 2-е изд.,доп. - СПб. : Лань, 2019. - 192с. – Текст: непосредственный.

3. Основы нанотехнологии: учебник / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 400 с. (Учебник для высшей школы) - ISBN 978-5-00101-476-8 - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014768.html> (дата обращения: 31.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Консультант студента». — Текст : электронный.

4. Нанотехнологии и специальные материалы: Учебное пособие для вузов / Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Вологжанина С.А., Петкова А.П. - 2-е изд., стереотип. - СПб. : ХИМ-ИЗДАТ, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082960.html>.

6.2. Дополнительная литература

1. Хартманн У., Очарование нанотехнологии / У. Хартманн - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 176 с. (Нанотехнологии) - ISBN 978-5-00101-477-5 - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014775.html>. (дата обращения: 31.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Консультант студента». — Текст : электронный

2. Суздаев И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: Либроком, 2017. – 592 с.

3. Рыжонков Д.И. Наноматериалы / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 368 с.

4. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 190 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-00528-8. —URL: <https://biblio-online.ru/bcode/434532> (дата обращения: 31.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Юрайт». — Текст : электронный

5. Жу У. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применения / У. Жу, Ч.Л. Ван; ред. С.А. Иванов, К.И. Домкин. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2018. – 600 с.

6. Рогов В.А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии. Учебник. – М.: Юрайт, 2017. – 192 с.

7. Игнатов, А.Н. Нанoeлектроника. Состояние и перспективы развития : учеб. пособие / А.Н. Игнатов. — 2-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2017. — 360 с. - ISBN 978-5-9765-1619-9. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/1032533> (дата обращения: 31.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «znanium.com». — Текст : электронный

8. Альтман Ю. Военные нанотехнологии. Возможности применения и превентивного контроля вооружений / Альтман Ю. - Издание 2-е, дополненное и исправленное. - М. : Техносфера, 2016. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948361758.html>. (дата обращения: 31.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Консультант студента». — Текст : электронный

9. Дзидзигури, Э.Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии : нанотехнологии : учеб. пособие / Э.Л. Дзидзигури, Е.Н. Сидорова. - М. : Изд. Дом МИСиС, 2012. - 71 с. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876236050.html> (дата обращения: 31.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Консультант студента». — Текст : электронный

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лекционных занятий.

2. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лабораторных и практических занятий.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru

pravo.gov.ru

www.edu.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием.
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;
- лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием:
 1. Установка для определения толщины тонких плёнок методами УФ интерферометрии.
 2. Установка для гранулометрического анализа высокодисперсных систем.
 3. Установка для изучения спектральных характеристик наноматериалов.
 4. Установка для изучения вязкоупругих свойств наноматериалов.
 5. Установка для изучения термических свойств наноматериалов.
 6. Установка для изучения акустических свойств наноматериалов.
 7. Установка для изучения диэлектрических свойств наноматериалов.
 8. Установка для подготовки высокостабильных ультрадисперсных систем.
 9. Установка для изучения релаксационных свойств наноматериалов.
 10. Установка для изучения диэлектрических свойств наноматериалов.
 11. Установка для изучения оптических свойств наноматериалов.