

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталия Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 10.06.2025 10:41

Уникальный программный идентификатор документа:

6b5279da4e034bffa679172803da5b7550c59d

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано

деканом физико-математического факультета

«19» марта 2025 г.


/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Введение в физику нанотехнологии

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

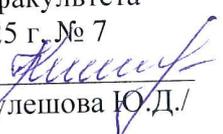
Очная

Согласовано учебно-методической комиссией

физико-математического факультета

Протокол «19» марта 2025 г. № 7

Председатель УМКом


/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой
фундаментальной физики и
нанотехнологии

Протокол от «11» марта 2025 г. № 11

Зав. кафедрой


/Холина С.А./

Москва

2025

Автор-составитель:

Беляев Виктор Васильевич, доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры фундаментальной физики и нанотехнологии

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

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)», и является элективной дисциплиной.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2025

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	7
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	10
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	15
7. Методические указания по освоению дисциплины ... Ошибка! Закладка не определена.	
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	17
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	17

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-1 - Способен понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования исследований в области физики.

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 входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)», и является элективной дисциплиной.

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	Форма обучения очная
Объём дисциплины в зачётных единицах	4
Объём дисциплины в часах	144
Контактная работа:	90,2
Лекции	30
Лабораторные занятия	60
из них, в форме практической подготовки	60
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачёт	0,2
Самостоятельная работа	46
Контроль	7,8

Формой промежуточной аттестации являются: зачёт в 6 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов		
	Лекции	Лабораторные занятия	
		Общее кол-во	из них, в форме практической подготовки
Тема 1. Введение в предмет нанотехнологии и нанобиотехнологий Основные понятия и термины. История и этапы развития нанотехнологии. Закон Мура для интегральных микросхем	4	8	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	8
Тема 3. Наноматериалы и методы их получения Наноструктурированные наноматериалы, низкоразмерные системы. Физика наночастиц и нанокристаллических материалов. Наномеханические устройства. Современные полевые МОП транзисторы. Нанотехнологии и наноматериалы в машиностроении, транспорте, авиации, космической технике, электронике, информационных технологиях, военном деле. Нанореplikаторы. «Умные» материалы	4	8	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	4	8	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	4	8	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	4	8	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	4	6	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	2	6	6
Итого	30	60	60

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Тема	Задание на практическую подготовку	количество часов
Тема 1. Введение в предмет нанотехнологии и нанобиотехнологий	Основные понятия и термины. История и этапы развития нанотехнологии. Закон Мура для интегральных микросхем	8
Тема 2. Физические основы нанотехнологий	Размерные эффекты и условия их проявления. Квантовые эффекты (туннелирование). Сверхпроводимость. Углерод. Аллотропные состояния углерода. Кремний. Пористый кремний	8
Тема 3. Наноматериалы и методы их получения	Наноструктурированные наноматериалы, низкоразмерные системы. Физика наночастиц и нанокристаллических материалов. Нанозлектро-механические устройства. Современные полевые МОП транзисторы. Нанотехнологии и наноматериалы в машиностроении, транспорте, авиации, космической	8

	технике, электронике, информационных технологиях, военном деле. Нанорепликаторы. «Умные» материалы	
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	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	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	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	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	6

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	6	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	6	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, курсовая работа, решённые задачи
Нanomатериалы и методы их получения	Наноструктурированные наноматериалы, низкоразмерные системы. Физика наночастиц и нанокристаллических материалов. Нанoeлектроmechanические устройства. Современные полевые МОП транзисторы. Нанотехнологии и наноматериалы в машиностроении, транспорте, авиации, космической технике, электронике, информационных технологиях, военном деле. Нанорепликаторы. «Умные» материалы	6	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, курсовая работа, решённые задачи
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	6	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, курсовая работа, решённые задачи
Современные подходы к ис-	Методы исследования поверхности.	6	Работа с литературой,	Рекомендуемая лите-	Конспект,

следованию наноматериалов	Диэлектрическая и акустическая спектроскопия. Фотоника и оптические методы исследования. Электронно-ионная спектроскопия. Плазмохимическое осаждение из газовой фазы. Рамановская и флуоресцентная микроскопия		сеть Интернет, консультации, решение задач	ратура. Ресурсы Интернет	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	6	Работа с литературой, сеть 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	6	Работа с литературой, сеть 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 нано-	4	Работа с литературой, сеть Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	Конспект, курсовая работа, решённые задачи

	технологий в России и в мире			
ИТОГО		46		

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

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ДПК-1. Способен понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования исследований в области физики.	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа
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 компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ДПК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать: основные физические явления и законы механики, электротехники и их математическое описание; основные понятия и методы линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений; содержание и способы использования компьютерных технологий. Уметь: применять изученные методы при создании и практической реализации моделей; применять компьютерную технику в профессиональной деятельности.	Решение задач, лабораторные работы, домашнее задание	Шкала оценивания решения задач, шкала оценивания лабораторных работ, шкала оценивания домашнего задания
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать: основные физические явления и законы механики, электротехники и их математическое описание; основные понятия и методы линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, методы решения алгебраиче-	Решение задач, лабораторные работы, домашнее задание, практиче-	Шкала оценивания решения задач, шкала оценивания,

			ских и дифференциальных уравнений; содержание и способы использования компьютерных технологий. Уметь: применять изученные методы при создании и практической реализации моделей; применять компьютерную технику в профессиональной деятельности. Владеть: методами анализа физических явлений, достаточным объемом знаний и методов для решения задач в своей предметной области.	ская подготовка	лабораторных работ, шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания практической подготовки
ДПК-2	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать: основные физические явления и законы механики, электротехники и их математическое описание; основные понятия и методы линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений; содержание и способы использования компьютерных технологий. Уметь: применять изученные методы при создании и практической реализации моделей; применять компьютерную технику в профессиональной деятельности.	Решение задач, лабораторные работы, домашнее задание	Шкала оценивания решения задач, шкала оценивания лабораторных работ, шкала оценивания домашнего задания
	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.	Решение задач, лабораторные работы, домашнее задание, практическая подготовка	Шкала оценивания решения задач, шкала оценивания лабораторных работ, шкала оценивания домашнего задания, шкала

					оцени- вания практи- ческой подго- товки
--	--	--	--	--	---

Шкала и критерии оценивания лабораторных работ

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

Шкала и критерии оценивания решения задач

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

Шкала и критерии оценивания домашней работы

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

Шкала оценивания практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
высокая активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / отработан алгоритм решения задач по каждой теме	5
средняя активность на практической подготовке, выполнен(ы) задачи / контрольные работы / не полностью отработан алгоритм решения задач по каждой теме	2
низкая активность на практической подготовке, задачи / контрольные работы / не отработан алгоритм решения задач по каждой теме.	0

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 м²/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/см³.
4. Рассчитайте массу графенового квадрата размером 10×10 мм. 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) $T_{\text{кип}} = 353.3$ К. Температурная зависимость давления насыщенного пара бензола вблизи температуры кипения даётся выражением

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

где $\Delta H_{\text{исп}} = 30720$ 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/м², плотность 0.890 г/см³.

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 находится 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/см³.
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 м²/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/см³.

Вариант 2

1. Удельная поверхность открытых одностенных углеродных нанотрубок равна 1000 м²/г, а плотность составляет 1.3 г/см³. 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 ?

Примерные темы лабораторных работ

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

Задание на практическую подготовку

1. Выполнение измерений на лабораторном оборудовании.
2. Выступление с докладом по исследуемой тематике.
3. Участие в экспериментальной работе совместно с сотрудниками лабораторий.

Примерные 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

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

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.

Шкала оценивания зачета

Критерии оценивания	Баллы
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.	8-20
Ответ на менее половины вопросов.	0-7

Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине

Оценка	Балл
Зачтено	41-100
Не зачтено	0-40

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: 21.03.2024). — 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: 21.03.2024). — 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://biblionline.ru/bcode/434532> (дата обращения: 21.03.2024). — 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: 21.03.2024). — 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. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.

2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплинам.

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 – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации

www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;

- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.