

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Димитровградский инженерно-технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ДИТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель руководителя

_____ Т.И. Романовская
«__» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03.04 Основы нанотехнологий

*15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств*

Направление подготовки _____

Квалификация выпускника _____ *бакалавр*

Профиль _____ *Технология машиностроения*

Форма обучения _____ *очная*

Выпускающая кафедра _____ *кафедра: Технологии машиностроения*

Кафедра-разработчик рабочей программы _____ *кафедра: Технологии машиностроения*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (зачет)
4	108 (3 ЗЕТ)	36	18		54	зачет
Итого	108 (3 ЗЕТ)	36	18		54	зачет

Димитровград 2023

СОДЕРЖАНИЕ

<u>1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	Ошибка! Закладка не определена.
<u>2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u>	Ошибка! Закладка не определена.
<u>3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	Ошибка! Закладка не определена.
<u>4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	Ошибка! Закладка не определена.
<u>5 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	Ошибка! Закладка не определена.
<u>6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</u>	Ошибка! Закладка не определена.
<u>7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)</u>	11
<u>8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	Ошибка! Закладка не определена.
<u>9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	16
<u>10 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ</u>	18

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина “Основы нанотехнологий ” предназначена для студентов четвертого курса, обучающихся по специальности 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний теоретических основ и принципов практической реализации методов нанотехнологий на основе современных научных и технических достижений отечественного и зарубежного машиностроения.

В ходе изучения дисциплины достигается приобретение следующих знаний и умений:

- исторические аспекты становления нанотехнологии;
- теоретическая база нанотехнологии;
- терминология нанотехнологий;
- мировой практический опыт реализации нанотехнологий;
- экологические и токсикологические аспекты реализаций нанотехнологий;
- методы реализации нанотехнологий в машиностроении.

Задачами учебной дисциплины являются:

- изучение управления процессами в масштабе 1-100 нм в одном или более измерениях;
- научиться использовать свойства объектов и материалов в нанометровом масштабе, которые отличаются от свойств свободных атомов или молекул, а также от объемных свойств вещества, состоящего из этих атомов или молекул, для создания более совершенных материалов, приборов и систем, реализующих эти свойства.
- освоение совокупности методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты с размерами менее 100 нм, хотя бы в одном измерении, и в результате этого приобретающие *принципиально новые качества*, позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина “Основы нанотехнологий” относится к базовой части блока 1 общепрофессионального модуля учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание:

- высшей математики (разделы: векторная алгебра, аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление);
- физики (разделы: механика, размерности физических величин);
- инженерной графики (разделы: начертательная геометрия, основы машиностроительного черчения);
- программирования и основ информационных технологий (разделы: алгоритмические языки, электронные таблицы, принципы работы ПК).

умение:

- производить расчеты кинематических и динамических характеристик движения отдельных тел и материальных точек;
- пользоваться соответствующей технической и справочной литературой;
- самостоятельно ставить и решать задачи в пределах изучаемого курса, анализировать результаты, разбираться в технической документации.

владение:

- методами определения силовых и кинематических параметров механических систем;
- методами составления моделей механики и расчетных схем;
- навыками решения задач механики.

Дисциплина «Основы нанотехнологий» в свою очередь, обеспечивает изучение таких дисциплин, как «Материаловедение», «Теория машин и механизмов», «Детали машин», «Основы технологии машиностроения».

Дисциплина является одной из основных, формирующих специалиста в области последних достижений в области отечественных и зарубежных технологий в области машиностроения.

3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности).

Таблица 3.1 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения ОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина*		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<u>Код компетенции</u>	<u>Содержание компетенции:</u>	
ПК-6	Способен использовать различные методы испытаний физико-механических свойств, контроля технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий	<p><i>Знать:</i> классификацию и основные свойства материалов, используемых для реализации нанотехнологий; сущность, кинематику, физические основы и закономерности основных методов наноизмерений и размерной нанообработки; технологические и технико – экономические показатели оценки производительности и качества обработки заготовок на различных операциях нанообработки</p> <p><i>Уметь:</i> обосновывать и рационально применять данные материалы и методы при совершенствовании существующих и проектировании новых технологических процессов обработки заготовок; выбирать технологическое оборудование для реализации методов наноизмерений и нанообработки;</p> <p><i>Владеть:</i> навыками самостоятельного решения задач в области совершенствования существующих и проектирования новых технологических процессов изготовления деталей машин с рациональным применением наноматериалов, наноизмерений и методов нанообработки, использованием нормативных документов, справочной литературы и других информационных источников при анализе и разработке технологических процессов.</p>

СООТВЕТСВИЕ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Шифр компетенции	Планируемые результаты обучения*	Критерии оценивания результатов обучения				Оценочные средства
		2	3	4	5	
ПК-6	<p>Знать: классификацию и основные свойства материалов, используемых для реализации нанотехнологий; сущность, кинематику, физические основы и закономерности основных методов наноизмерений и размерной нанопереработки; технологические и технико – экономические показатели производительности и качества обработки заготовок на различных операциях нанопереработки</p>	<p><i>Не знает</i> классификацию и основные свойства материалов, используемых для реализации нанотехнологий; сущность, кинематику, физические основы и закономерности основных методов наноизмерений и размерной нанопереработки; технологические и технико – экономические показатели производительности и качества обработки заготовок на различных операциях нанопереработки</p>	<p><i>Слабо знает;</i> классификацию и основные свойства материалов, используемых для реализации нанотехнологий; сущность, кинематику, физические основы и закономерности основных методов наноизмерений и размерной нанопереработки; технологические и технико – экономические показатели производительности и качества обработки заготовок на различных операциях нанопереработки</p>	<p><i>Достаточно полно знает</i> классификацию и основные свойства материалов, используемых для реализации нанотехнологий; сущность, кинематику, физические основы и закономерности основных методов наноизмерений и размерной нанопереработки; технологические и технико – экономические показатели производительности и качества обработки заготовок на различных операциях нанопереработки</p>	<p><i>Свободно описывает; четко систематизирует</i> классификацию и основные свойства материалов, используемых для реализации нанотехнологий; сущность, кинематику, физические основы и закономерности основных методов наноизмерений и размерной нанопереработки; технологические и технико – экономические показатели производительности и качества обработки заготовок на различных операциях нанопереработки</p>	ФОС
	<p>Уметь: обосновывать и рационально применять данные материалы и методы при совершенствовании существующих и проектировании новых технологических процессов обработки заготовок; выбирать технологическое оборудование для реализации наноизмерений и нанопереработки;</p>	<p><i>Не умеет</i> обосновывать и рационально применять данные материалы и методы при совершенствовании существующих и проектировании новых технологических процессов обработки заготовок; выбирать технологическое оборудование для реализации методов</p>	<p><i>Слабо ориентируется</i> обосновывать и рационально применять данные материалы и методы при совершенствовании существующих и проектировании новых технологических процессов обработки заготовок; выбирать технологическое оборудование для реализации наноизмерений и нанопереработки</p>	<p><i>Умеет</i> обосновывать и рационально применять данные материалы и методы при совершенствовании существующих и проектировании новых технологических процессов обработки заготовок; выбирать технологическое оборудование для реализации наноизмерений и нанопереработки</p>	<p><i>Хорошо ориентируется</i> в обосновании и рациональном применении данных материалов и методов при совершенствовании существующих и проектировании новых технологических процессов обработки заготовок; выбирать технологическое оборудование для реализации методов наноизмерений и нанопереработки</p>	ФОС

		наноизмерений и нанообработки				
	Владеть: навыками самостоятельного решения задач в области совершенствования существующих и проектирования новых технологических процессов изготовления деталей машин с рациональным применением наноматериалов, наноизмерений и методов нанообработки, использованием нормативных документов, справочной литературы и других информационных источников при анализе и разработке технологических процессов.	Не владеет навыками самостоятельного решения задач в области совершенствования существующих и проектирования новых технологических процессов изготовления деталей машин с рациональным применением наноматериалов, наноизмерений и методов нанообработки, использованием нормативных документов, справочной литературы и других информационных источников при анализе и разработке технологических процессов.	Недостаточно владеет навыками самостоятельного решения задач в области совершенствования существующих и проектирования новых технологических процессов изготовления деталей машин с рациональным применением наноматериалов, наноизмерений и методов нанообработки, использованием нормативных документов, справочной литературы и других информационных источников при анализе и разработке технологических процессов.	Хорошо владеет навыками самостоятельного решения задач в области совершенствования существующих и проектирования новых технологических процессов изготовления деталей машин с рациональным применением наноматериалов, наноизмерений и методов нанообработки, использованием нормативных документов, справочной литературы и других информационных источников при анализе и разработке технологических процессов.	Свободно владеет; в совершенстве владеет навыками самостоятельного решения задач в области совершенствования существующих и проектирования новых технологических процессов изготовления деталей машин с рациональным применением наноматериалов, наноизмерений и методов нанообработки, использованием нормативных документов, справочной литературы и других информационных источников при анализе и разработке технологических процессов.	ФОС

4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное и трудовое воспитание	В14 - формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модулей для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач; - формирования устойчивого интереса к

		<p>профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;</p> <p>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин «Организация и планирование производства», «Экономика организации», «Тайм-менеджмент в условиях цифровой экономики» и других для формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</p>
--	--	--

5 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (ЗЕТ), 108 академических часов.

Таблица 5.1

Объем дисциплины по видам учебных занятий (в соответствии с учебным планом)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр*			
		1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины	108				108
Контактная работа с преподавателем:	54				54
занятия лекционного типа	36				36
занятия семинарского типа	18				18
в том числе: семинары					
практические занятия	18				18
практикумы	-				-
лабораторные работы	-				-
другие виды контактной работы	-				-
в том числе: курсовое проектирование	-				-
групповые консультации	-				-
индивидуальные консультации					
иные виды внеаудиторной контактной работы					

Самостоятельная работа обучающихся:	54				54
изучение теоретического курса	37				37
расчетно-графические задания, задачи					
реферат, эссе	17	-			17
курсовое проектирование	-	-			-
Вид промежуточной аттестации, зачет					зачет

5.2. Содержание дисциплины

5.2.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОНДА ВРЕМЕНИ ПО СЕМЕСТРАМ И ВИДАМ ЗАНЯТИЙ

Таблица 5.2

Семестры, части предмета, разделы (главы) курса	Самост. Работа	Аудиторные занятия (час)		
		лекции	практ. занятия	всего
1	2	3	4	
Семестр 4				
<i>Раздел 1.</i> Введение в нанотехнологии. Объекты наномира.	8	4	4	16
<i>Раздел 2.</i> Инструменты нанотехнологий. Экспериментальные методы исследований.	10	8	4	22
<i>Раздел 3.</i> Фуллерены и нанотрубки.	12	6	2	20
<i>Раздел 4.</i> Консолидированные наноструктуры.	10	8	4	22
<i>Раздел 5.</i> Способы определения физико-химических и механических характеристик наноструктур.	14	10	4	28
Итого за семестр	54	36	18	108
Итого за год	54	36	18	108

5.3 СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИЙ

Лекция 1. Введение в нанотехнологии. Наномир. Наночастицы. Что могут нанотехнологии? Наноизмерения. Классификация методов наноизмерений. Инструменты нанотехнологий. Сканирующая зондовая микроскопия. Типы атомно-силовых и туннельных микроскопов. Инструменты нанотехнологий.

Лекция 2. Нанотрубки на основе углерода и других материалов. Жгуты и кристаллы из нанотрубок. Нанотрубки, вертикально ориентированные к подложке. Способы получения. Нанопроволоки, висеры. Области применения.

Лекция 3 Фуллерены и структуры из них. Структура фуллеренов C₆₀ и C₇₀: геометрия, тип связей, формула Эйлера. Эндоэдралы и другие структуры углерода. Онионы и шаровидный углерод. Клатраты и соединения включения. Углеродные и алмазные пленки. Области применения.

Лекция 4-5. Нанопорошки. Основные понятия и определения. Методы получения. Области применения. Получение наночастиц в процессе «испарение – конденсация». Газофазное получение наночастиц.

Лекция 6-7. Сверхзвуковое истечение газов из сопла. Термолиз. Термическое разложение и восстановление. Получение наночастиц с использованием плазмы. Плазмохимический синтез. Электроэрозионный метод. Ударно-волновой или детонационный синтез.

Лекция 8-9. Полимерные нанокompозиты. Нанокompозиты с сетчатой структурой. Слоистые нанокompозиты. Нанокompозиты, содержащие металл или полупроводник. Молекулярные нанокompозиты. Субнанопористые и нанопористые материалы на основе цеолитов. Пористый кремний. Наноферромагнетики, суперпарамагнетизм, наномагнитные жидкости.

Лекция 10-11. Нанокompозиты с гигантским магнитосопротивлением. Основные применения нанокompозитов. «Умные» наноматериалы. Биомиметики.

Лекция 12-13. Технологии синтеза пленочных материалов. Приготовление и использование сверхпроводящих материалов. Современные технологии, формирование изделий из пленок и основные направления их применения

Лекция 14-15. Технологии получения нанокерамики. Квазикристаллические наноматериалы, перспективные в машиностроении, альтернативной и водородной энергетике. Нанотрубки-хранилища водорода.

Лекция 16-17. Технологии конструкционных наноструктурных твердые сплавы для режущих инструментов с повышенной износостойкостью и ударной вязкостью, а также наноструктурные защитные термо- и коррозионностойкие покрытия.

Лекция 18. Способы измерения характеристик наноструктур: толщина, состав, кристаллическое строение, механические свойства, электрофизические характеристики, адгезия, теплопроводность и т.п.

5.4 ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.

5.4.1 Практические занятия.

1 занятие. Тема: Введение в физику и технологию наноструктур. Углеродные наноматериалы. Наноструктуры, их классификация и размерность.

Углеродные наноматериалы, наночастицы, нановолокна и нанотрубки. Различные структуры из нанотрубок и их применение. Нанотрубки из разных материалов. Проблемы техники безопасности при работе с наноструктурами.

2 занятие. Тема: Сканирующая зондовая микроскопия нанообъектов. Атомно-силовая микроскопия.

3 занятие. Тема: Сканирующая туннельная микроскопия. Работа на симуляторе СЗМ

в удаленном доступе. Обработка и анализ СЗМ изображений образцов.

4 занятие. Работа на симуляторе РТД в удаленном доступе.

5 занятие. Работа на симуляторе «Моделирование кластеров» в удаленном доступе.

6 занятие. Тема: Новые керамические материалы. Композиты с наполнителями из наночастиц, базальтовых и углеродных микроволокон, обладающие повышенной прочностью.

7 занятие. Тема: Технологии изготовления порошков, прессование, спекание. Активированные способы спекания: микроволновое, радиационное, введение активирующих добавок в процессе спекания.

8 занятие. Тема: Технологии конструкционных наноструктурных твердых сплавов для режущих инструментов с повышенной износостойкостью и ударной вязкостью.

9 занятие. Тема: Микроскопия прессовок, получаемых методом порошковой металлургии.

Примечание. Для выполнения практических занятий 2, 3, 4 используется интернет-ресурс НИЯУ МИФИ, предназначенный для проведения лабораторных работ по удаленному доступу и доступный по адресу <http://nano.mephi.ru:8080>. Этот раздел предназначен для использования в научно-образовательных, научных и исследовательских целях для студентов, исследователей и разработчиков в дистанционном обучении.

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Общие образовательные технологии, применяемые в процессе изучения дисциплины «Основы нанотехнологий» подробно изложены в методических указаниях «Методические рекомендации для преподавателей по организации аудиторной работы студентов / сост. С.Н.Власов. – Димитровград: ДИТИ НИЯУ МИФИ, 2015. – 34 с.». Кроме того, дополняющие образовательные технологии, применяемые в процессе изучения дисциплины «Теоретическая механика» следующие

- развивающее обучение;
- проблемное обучение;
- коммуникативное обучение;
- проектная технология;

- информационно-коммуникативные технологии;
- групповые технологии;
- компетентностный подход;
- деятельностный подход.

Организационные формы преподавания следующие:

- учебно-исследовательская деятельность;
- создание продуктов и макетов;
- работа в системе погружения.

Дистанционные технологии:

Для проведения занятий с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются следующие образовательные технологии и средства освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда НИЯУ МИФИ – Режим доступа <https://eis.mephi.ru/>;
- платформа для проведения on-line конференций и вебинаров ZOOM – Режим доступа <https://zoom.us/>;
- файлообменная система Google Диск – Режим доступа <https://drive.google.com/>;
- система обмена текстовыми сообщениями для мобильных и иных платформ с поддержкой голосовой и видеосвязи WhatsApp;
- социальная сеть ВКонтакте;
- электронная почта преподавателей и студентов.

7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Фонд оценочных средств, включающий все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, ООП и рабочей программой дисциплины «Теоретическая механика», приведен в Приложении.

Раздел включает описание форм входного, текущего, промежуточного контроля по дисциплине.

Входной контроль:

- устные опросы;
- тестирование

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими практические занятия :

- тестирование;
- письменные домашние задания;
- защита лабораторных работ;
- устные опросы;
- рефераты;
- доклады;
- контрольные работы,
- другие

Промежуточный контроль по дисциплине проходит в форме зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы и/или решения задач).

Фонды оценочных средств, включающие типовые вопросы , тесты , экзаменационные билеты, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, приведены в Приложении 3.

Максимальное количество баллов за работу в течение семестра: 55 баллов.

Итоговый контроль: 40 баллов

Семестр 4

Всего часов – **108 часов.**

в том числе:

- 1 лекции - **32 часа**;
- 2 лабораторные работы - **учебным планом не предусмотрены**;
- 3 семинарские / практические занятия - **16 часов**;
- 4 подготовка к лекциям - **10 часов**;
- 5 подготовка к семинарским / практическим занятиям - **24 часов**;
- 6 подготовка к лабораторным работам - **учебным планом не предусмотрены**;
- 7 подготовка к экзамену – **36 часов**;
- 8 выполнение и защита курсового проекта **учебным планом не предусмотрены**.

Информация о контрольных точках	Текущий контроль(<=25) (ТК)						Промежуточный контроль (<=30) (ПК)		Форма итогового контроля
	ТК ₁	ТК ₂	ТК ₃	ТК ₄	ТК ₅	ТК ₆	ПК ₁	ПК ₂	
Форма контроля	ТЗ, ПЗ	ТЗ, ПЗ	ТЗ, ПЗ	ТЗ, ПЗ	ТЗ, ПЗ	ТЗ, ПЗ	КР	КР	Экзамен
Неделя сдачи	3	5	7	10	12	15	6	12	
Максимальный балл	2	2	9	2	2	8	15	15	

***Примечание:** В целях удобства организации текущего контроля учет посещаемости студентов в баллах вписывается в данную таблицу только два раза (включается в ТК3 и ТК6), подводя итоги посещаемости на этапах текущих контролей 1 (ТК₁, ТК₂, ТК₃) и 2 (ТК₄, ТК₅, ТК₆). При этом максимальный балл за посещаемость на каждом этапе составляет 4 б.*

Структура баллов, начисляемых студентам по результатам текущего контроля и промежуточного контроля

№ п/п	Наименование видов учебной работы	Начисляемое количество баллов (долей баллов)	Максимальное количество баллов по данному виду учебной работы
1	Раздел 1, тема 1	2	
	Текущий контроль 1: а) выполнение теоретических заданий б) выполнение практических работ		2
2	Раздел 2, тема 1	2	
	Текущий контроль 2: а) выполнение теоретических заданий б) выполнение практических работ		2
3	Раздел 2, тема 2	9	
	Текущий контроль 3: а) выполнение теоретических заданий б) выполнение практических работ		3
	Посещение лекций	0,7 балла за	3

		лекцию	
	Посещение практических занятий	0,3 балла за практическое занятие	3
4	Промежуточный контроль по разделам 1-2.	15	15
5	Раздел 3, темы 1,2,3	2	
	Текущий контроль 4: а) выполнение теоретических заданий б) выполнение практических работ		2
6	Раздел 3, темы 4,5,6	2	
	Текущий контроль 5: а) выполнение теоретических заданий б) выполнение лабораторных работ в) выполнение практических работ		2
7	Раздел 3, темы 7,8,9	8	
	Текущий контроль 6: а) выполнение теоретических заданий б) выполнение практических работ		2
	Посещение лекций	0,7 балла за лекцию	3
	Посещение практических занятий	0,3 балла за практическое занятие	3
8	Промежуточный контроль разделам 6-10	15	15
9	ИТОГО БАЛЛОВ ЗА СЕМЕСТР:		55

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 8.1 - Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
Основная литература						
1	Рыжков, И. Б.	Основы научных исследований и изобретательства [Электронный ресурс]	Москва	Лань	2013	1
2	Андриевский Р.А.	Наноструктурные материалы	Москва	Академия	2005	5
3	Третьяков Ю.Д.	Нанотехнологии	Москва	ФИЗМАТЛИТ	2008	1

4	Минько Н.И., Строкова В.В., и др	Методы получения и свойства нанообъектов.	Москва	Наука	2009	5
Дополнительная литература						
1	Золотухин И.В.	Углеродные нанотрубки	Москва	Наука	1999	1
2	Зенцов А.П.	Основы нанотехнологий. [Текст]: Методические указания к практическим работам для направлений 15.03.05– Конструкторско- технологическое обеспечение машиностроительных производств дневной формы обучения	Димит ровгра д	ДИТИ НИЯУ МИФИ	2020	Электронн ый ресурс

8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Наибольший эффект от использования новых информационных технологий в образовательном процессе достигается при использовании:

- информационных и демонстрационных программ;
- моделирующих программ, обеспечивающих интерактивный режим работы обучаемого с компьютером;
- тестовых систем для диагностики уровня знаний;
- доступа к информационным ресурсам сети Интернет.

Информационные технологии используются на различных этапах учебного процесса.

1) На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций, применяется иллюстративный материал. Одновременное воздействие на два важнейших органа (слух и зрение) облегчает процесс восприятия и запоминания информации, придает наглядность теоретическому материалу.

2) Для контроля и коррекции знаний используется компьютерное тестирование.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно справочные системы: справочные службы сети Интернет, Единое окно доступа к образовательным ресурсам, Профессиональная поисковая система Science Direct, Профессиональная поисковая система JSTOR, Профессиональная поисковая система ProQuest, Профессиональная поисковая система НЭБ, Профессиональная поисковая система EconLit.

Применяются такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет),

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

1. <http://www.nanonewsnet.ru/>- сайт о нанотехнологиях №1 в России
2. <http://www.nanometer.ru/>- сайт нанотехнологического общества «Нанометр»
3. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.
4. <http://nano.su/portal/faces/public/info/> - Научно-техническая база данных по нанотехнологиям

5. <http://nanoblog.ru/> - Блог о нанотехнологиях в России и мире, применении их в различных областях. Анонсы, События. Лекции о нанотехнологиях, Мир нанотехнологий
6. <http://nano-portal.ru/post/tag/obrazovanie> - Портал по нанотехнологиям, актуальная информация о новейших достижениях науки в сфере нанотехнологий
7. <http://nanotech.ex6.ru/?q=node/131> - Информационно-образовательный ресурс по нанотехнологиям
8. <http://nauka.name/category/nano/> - Научно-популярный портал о нанотехнологиях, биогенетике и полупроводниках
9. <http://thesaurus.rusnano.com> - Сервер словаря основных нанотехнологических терминов, создаваемый ведущими российскими учеными и сотрудниками РОСНАНО. Размещено свыше 400 статей, описывающих основные понятия и явления мира нанотехнологий.
10. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.
11. <http://www.iacnano.ru/> - Национальный информационно-аналитический центр "Нанотехнологии и наноматериалы" (ИАЦ)
12. <http://www.microsystems.ru/> - ежемесячный междисциплинарный теоретический и прикладной научно-технический журнал "НАНО- И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА", выпускаемый издательством "Новые технологии". Содержит полнотекстовые статьи, посвященные различным аспектам нанотехнологии
13. <http://www.nano-edu.ulsu.ru/> - образовательный сайт по нанотехнологиям в различных естественных науках
14. <http://www.nanojournal.ru/> - «Нано Дайджест» - интернет-журнал о нанотехнологиях. Освещает события, происходящие в этой отрасли, рассматриваются экологические проблемы этой отрасли, а также последние бизнес-тенденции этого сектора.
15. <http://www.nanometer.ru> - Сайт нанотехнологического сообщества «Нанометр»: выставка достижений нанотехнологической науки, виртуальный справочник "кто есть кто" в нанотехнологиях, срез нанотехнологического сообщества России каталог избранных оригинальных публикаций, конкурсы, популярные статьи, рефераты, интернет-олимпиады, дистанционные курсы, опросы, интервью, критика...
16. <http://www.nanorf.ru/> - "Российские нанотехнологии", журнал Федерального агентства по науке и инновациям РФ
17. <http://www.nanotech.ru/journal/> - Инженерный журнал «Нанотехника»
18. <http://www.portalnano.ru/sitemap/> - Федеральный интернет-портал "Нанотехнологии и наноматериалы"
19. <http://www.rusnanonet.ru/> - RusNanoNet.ru - информационно-аналитический портал российской национальной нанотехнологической сети.
20. http://www.vargin.mephi.ru/book_nano.html - несколько книг по нанотехнологии в свободном доступе
21. ЭБС «Знаниум» - <http://znanium.com>
22. ЭБС издательства «Лань» - <http://e.lanbook.com>
23. ЭБС «Юрлайт» <http://biblioteka-onkin.com>
24. ЭБС «Универсальная библиотека» - <http://biblioclub.ru>

Таблица 8.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	http://www.library.mephi.ru/	Нанотехнологии, инструменты нанотехнологий, графен, нанотрубки, фуллерены
2	https://e.lanbook.com/	Нанотехнологии, инструменты

		нанотехнологий, графен, нанотрубки, фуллерены
3	ЭБС НИЯУ МИФИ	Нанотехнологии, инструменты нанотехнологий, графен, нанотрубки, фуллерены
4	ЭБС «Лань»	Нанотехнологии, инструменты нанотехнологий, графен, нанотрубки, фуллерены
5	ЭБС «Консультант студента»	Нанотехнологии, инструменты нанотехнологий, графен, нанотрубки, фуллерены
6	ЭБС «ЮРАЙТ»	Нанотехнологии, инструменты нанотехнологий, графен, нанотрубки, фуллерены

8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	Windows 10 Pro	Операционная система
2	Microsoft Office	Пакет офисных приложений
3	Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17	Специальные программы для просмотра веб-страниц, поиска контента, файлов и их каталогов в Интернете
4	Антиплагиат.ВУЗ	Интернет-сервис для вузов, предназначенный для оценки степени самостоятельности письменных работ обучающихся
	...	

Таблица 8.4 – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Интернет-портал о защите интеллектуальной собственности	Защита интеллектуальной собственности, патент, полезная модель	http://www.copyright.ru

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- Лекционные занятия:
 - комплект электронных презентаций/слайдов,
 - аудитория 1-33, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер)
- Практические занятия (семинарского типа):
 - компьютерный класс, аудитория 1-33.
 - презентационная техника (проектор, экран, компьютер).
 - аудитория 1-31, с демонстрационными моделями и макетами механизмов и машин.
- Лабораторные работы:

Компьютерный класс, оснащённый компьютерами с выходом в Интернет, а также принтером, сканером, мультимедийным проектором:

- Celeron 1100 МГц (2001 г.) - 12 шт.
- Принтер Laser SHOT LBP-1201 (2005 г.) - 1 шт.
- Ноутбук Samsung (2007) – 1 шт.
- Проектор NEC VT47 (2005) – 1 шт.

Лаборатория технологии машиностроения:

- токарно-винторезный станок 1А616;
- вертикально-сверлильный станок 2Н135;
- горизонтально-фрезерный станок 6М82Г;
- плоскошлифовальный станок 3Г71;
- токарно-винторезный станок 1К62;
- поперечно-строгальный станок 7Б35;
- вертикально- фрезерный станок 6Н11;
- универсально заточной станок 3А64;
- тензостанция автоматическая УТС-12;
- режущие инструменты: резцы, сверла, фрезы; круги шлифовальные; индикаторы, штангенциркули электронные.

Лаборатория материаловедения

- микроскоп МБС-9;
- микроскоп МИМ-7;
- микроскоп МПВ;
- микроскоп цифровой ST-260;
- микротвердомер ПМТ;
- микротвердомер электронный MicroMet 5101;
- аналитические весы (механические и электронные).

Лаборатория механических испытаний

- установка «УХТО-5Б»;
- машина разрывная;
- установка «Элитрон-22А».
- Металлографический микроскоп;
- разрывная машина с ЧПУ;

Лаборатория взаимозаменяемости, стандартизации и технических измерений:

- штангенциркули;
- рычажные микрометры;
- микрометры гладкие;
- миниметры;
- нутромеры индикаторные;
- микрометрические глубиномеры;
- калибры-пробки;
- калибры-скобы;
- плоскопараллельные концевые меры длины;
- угломеры.

Лаборатория технологии конструкционных материалов,

- прибор «УЗИС-ЛЭТИ»;
- ультразвуковой измеритель «УЗИС-76»;
- установка УППТ;
- пресс Бринелля ТШ-2М;
- твердомер Роквелла ТК-2М;
- твердомер ТК-14-250;
- печь муфельная ПМ-14М;
- электропечь СШОЛ-1;

- твердомер ТН-160.
Механические мастерские
- Трубогиб гидравлический;
- станок фрезерный с ЧПУ;
- станок токарный с ЧПУ;
- делительные головки.
- Прочее:
 - рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, ауд.1-33

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
1	Кабинет гуманитарных дисциплин № 33 Посадочные места – 20 Автоматизированное рабочее место преподавателя ПК- 1 шт. Проектор Nec (1 шт.) + экран (настенный) (1 шт.) Документ-камера Aver Vision U 50 (1 шт.)	433507, Ульяновская область, г. Димитровград, пр. Димитрова.4

10 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2020 N 245);

- Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017г.;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 51 часов аудиторных занятий и 57 часов, отведенных на самостоятельную работу студента.

вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (<i>перечисление понятий</i>) и др.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (<i>указать текст из источника и др.</i>). Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат	<i>Реферат:</i> Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

I. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий.

Коммуникативное обучение: чтение лекций, изложение нового материала с использованием традиционных форм преподавания, наглядных пособий и презентаций (разделы 1-3).

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, лабораторным занятиям (разделы 1-3).

Работа в команде: совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ, выполнении групповых домашних заданий (разделы 1, 2).

5.1. Примерные темы рефератов для самостоятельной работы.

Для контроля самостоятельной работы, студент должен выбрать одну из тем (возможно написание обзора по данной тематике по теме предложенной самим студентом) и подготовить реферат. Для успешного прохождения обучения по курсу «Теоретические основы нанотехнологий» студент должен предоставить реферат на зачетной неделе. Реферат должен быть **написан самостоятельно** и построен по типу статьи.

1. Инструменты нанотехнологий. Сканирующая зондовая микроскопия. Типы атомно-силовых микроскопов. Принцип их работы.
2. Нанотрубки на основе углерода и других материалов. Нанотрубки, вертикально ориентированные к подложке. Способы получения нанотрубок.
3. Композиты, нити и другие системы из нанотрубок и других наноструктур углерода.
4. Графены. Получение графена и области его использования.
5. Углеродные и алмазные пленки.
6. Получение наночастиц с использованием плазмы.
7. Общие сведения о методах получения наночастиц. Получение наночастиц в газовой фазе.
8. Получение наночастиц в процессе «испарение – конденсация».
9. Зонды с нанотрубками.
10. Фуллерены и структуры из них.
11. Композиты, нити и другие системы из нанотрубок и других наноструктур углерода. Квазикристаллические наноматериалы, перспективные в машиностроении, альтернативной и водородной энергетике.
12. Технологии конструкционных наноструктурных твердые сплавы для режущих инструментов с повышенной износостойкостью и ударной вязкостью, а также наноструктурные защитные термо- и коррозионностойкие покрытия.

План реферата.

1. Введение. Объект обзора, его цели и задачи:
2. Методы формирования наноструктур: магнетронный, лазерный, молекулярно-лучевая эпитаксия, жидкофазная эпитаксия, газофазная эпитаксия, дуговой метод, химическое осаждение, механические методы, керамическая технология, гальваническое осаждение, ионное напыление, плазменное осаждение, электронно-лучевой метод и т.п. (рассмотреть метод(ы) и дать его (их) описание).
3. Способы измерения характеристик наноструктур: толщина, состав, электрофизические характеристики, адгезия, кристаллическое строение, механические свойства, теплопроводность и т.п. (рассмотреть способ(ы) измерения и дать его (их) описание). Привести тип оборудования, используемого для изучения указанных характеристик.