

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине «Основы нанотехнологии»

**Направление подготовки**  
18.03.01 «Химическая технология»

**Основная профессиональная образовательная программа**  
«Химическая технология неорганических веществ»

**Квалификация выпускника**  
Бакалавр

**Форма обучения**  
Очная

### Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы нанотехнологии» является формирование комплекса базовых знаний и умений, позволяющих ориентироваться в терминологии и направлениях нанотехнологии, как совокупности технологических методов, применяемых для изучения, проектирования и производства материалов, устройств и систем, включая целенаправленный контроль и управление строением, химическим составом и взаимодействием составляющих их отдельных элементов нанодиапазона.

Изучение дисциплины должно основываться на следующих профессиональных стандартах:

- 26.001 Специалист по обеспечению комплексного контроля производства наноструктурированных композиционных материалов;
- 26.004 Специалист по производству волокнистых наноструктурированных композиционных материалов.

### Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Основы нанотехнологии» является дисциплиной по выбору образовательной программы для подготовки выпускников к выполнению профессиональной деятельности после окончания института.

В рамках данной дисциплины студенты получают знания об основных понятиях и определениях нанотехнологии и наносистем, методах получения наночастиц, наноматериалов; у студентов формируются такие трудовые функции, как принятие и обоснование конкретных решений в области нанодисперсных систем и наноматериалов.

Дисциплина базируется на знаниях студентами следующих дисциплин:

- общая и неорганическая химия;
- аналитическая химия и физико-химические методы анализа;
- физика.
- математика;
- информатика.

Теоретические знания и практические навыки, полученные студентами при изучении дисциплины «Основы нанотехнологии», могут быть использованы в процессе выполнения выпускной работы.

После изучения дисциплины выпускники должны быть готовы к выполнению следующих трудовых функций:

- А/06.6. Разработка предложений по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства;
- D/01.6. Совершенствование технологии, механизация и автоматизация производственных процессов.

### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: – профессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2	способен использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	З-ПК-2 Знать свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для соблюдения технологического регламента У-ПК-2 Уметь использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач по выпуску продукции в строгом соответствии с техническими требованиями В-ПК-2 Владеть навыками разработки предложения по комплексному использованию сырья и утилизации отходов производства

ПК-3	Способен изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	3-ПК-3 - Применяет знания иностранного языка, научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта для программ испытаний и оформления технической документации У-ПК-3 - Демонстрирует умение по сбору и накоплению экспериментальных данных с применением иностранного языка В-ПК-3 - Проводит текущие и дополнительные испытания, анализирует результаты с учетом научно-технической информации и на основании отечественного и зарубежного опыта
------	--	--

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности <b>(В16)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования инженерного мышления и инженерной культуры за счёт -практических студенческих исследований современных производственных систем; -проектной деятельности студентов по разработке и оптимизации технологических систем, связанной с решением реальных производственных задач; -прохождения через разнообразные игровые, творческие, фестивальные формы, требующие анализа сложного объекта, постановки относительно него преобразовательных задач для их оптимального решения.	1. Организация круглого стола на тему «Актуальные вопросы теории и практики органической химии». 2. Формирование производственного коллективизма в ходе совместного решения модельных и практических задач.

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 8-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единицы, 72 ак. часа.

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)				Аттестация раздела (форма*)	Максимальный балл за раздел**	
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические			СРС/КРС
1	1-2	Особенности наноструктуры. Систематика наноматериалов	36	8		8	20	Кл-1 (письменно)	20
2	3-4	Основы технологии и применение наноматериалов	36	8		8	20	Кл-2 (письменно)	40
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>72</b>	<b>16</b>		<b>16</b>	<b>40</b>	<b>3</b>	<b>40</b>

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Кл	Коллоквиум
З	Зачет

### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Лекция 1. Нанотехнология 1. Термины и определения 2. Прикладной аспекте нанотехнологии 3. Критика определений. 4. Классификация наноматериалов по составу, структуре, свойствам и областям 5. Продукции nanoиндустрии	4	1-8
Лекция 2. Современное состояние нанотехнологической промышленности в развитых странах 1. Зарубежные нанотехнологии 2. Российские нанотехнологии 3. Перечень критических технологий. 4. Специальное оборудование для нанотехнологий.	4	1-8
Лекция 3. Получение наноматериалов 1. Подробная классификация наноматериалов и методов их получения. 2. Первичные наноматериалы (углеродные нанотрубки, фуллерены, графен, аэрографит, аэрогель, нанокристаллы, оксидные наноматериалы). 3. Развитие технологии получения первичных наноматериалов: газофазный, плазменный и лазерный синтез углеродных и оксидных наноматериалов; первоначальные сведения о золь-гель технологии.	6	1-8
Лекция 4. Техничко-экономические задачи внедрения нанотехнологии 1. Связь экономической эффективности технологии с показателями качества продолжительностью эксплуатации материала. 2. Критерий оценки экономической целесообразности использования нанотехнологии.	2	1-8

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Перспективные наноматериалы и направления нанотехнологии. Основные требования по созданию объектов наноэлектроники и нанофотоники. Свойства наноструктурных магнитных материалов и частиц.	4	1-8
Методы измерений в области наночастиц	4	1-8
Материалы на основе наноструктурных элементов: нанокристаллы, нанотрубки, наностержни и их производные. Структурные элементы для наноматериалов более высокого порядка.	4	1-8
Оценка критических размеров структур, влияющих на свойства вещества	4	1-8

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Общность и различия в Российских и зарубежных нормативных документах. Особое структурирование атомов и молекул как характеристики	10	1-8

ческое свойство нанопродукции, закрепленное в нормативной документации.		
Предпосылки законодательного выдвижения нанотехнологии на приоритетное место в США. Нанотехнологическое общество России, ОАО РОСНАНО: цели и задачи, механизмы реализации. Критика механизмов реализации.	10	1-8
Углеродные нанотрубки, фуллерены, графен, аэрографит, аэрогель, нанокристаллы, оксидные наноматериалы: развитие технологии получения.	10	1-8
Обобщенный критерий качества для оценки показателей материалов различного назначения, позволяющий однозначно количественно характеризовать преимущества различных способов наномодифицирования.	10	1-8

### Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса «Основы нанотехнологии», используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора. Лабораторные работы проводятся в лаборатории 535. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

### Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
	Раздел 1. «Особенности наноструктуры. Систематика наноматериалов»	ПК-2, ПК-3	Собеседование – (устно) Коллоквиум – письменно
	Раздел 2. «Основы технологии и применение наноматериалов»	ПК-2, ПК-3	Собеседование – (устно) Коллоквиум - письменно
Промежуточная аттестация			
	Зачет	ПК-2, ПК-3	Вопросы к зачету (устно)

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

### **Перечень вопросов входного контроля**

- 1) Нанотехнологии
- 2) Перспективы использования нанотехнологии:
- 3) В машиностроении;
- 4) В двигателестроении и автомобильной промышленности;
- 5) В электронике и оптоэлектронике;
- 6) В информатике;
- 7) В энергетике;
- 8) В здравоохранении;
- 9) В сельском хозяйстве;
- 10) В экологии.

**В качестве оценочного средства аттестации раздела используется *коллоквиум***

#### **Вопросы к коллоквиуму 1**

1. Наноразмерные порошки с повышенной поверхностной энергией;
2. Структура аморфных тел, керамики и полимеров.
3. Наноразмерные порошки с повышенной поверхностной энергией;
4. Методы измерений в области наночастиц;
5. Определение размера частиц;
6. Микроскопия: просвечивающая электронная микроскопия, ионно-полевая, сканирующая микроскопия;
7. Спектроскопия: Инфракрасная и романовская спектроскопия;
8. Рентгеновская спектроскопия;
9. Магнитный резонанс.
10. Технологии получения нанокерамики.

#### **Вопросы к коллоквиуму 2**

1. Квазикристаллические наноматериалы, перспективные в машиностроении, альтернативной и водородной энергетике.
2. Технологии синтеза наночастиц: высокочастотный индукционный нагрев, химические методы, термолиз, импульсные лазерные технологии.
3. Углеродные нанокластеры: малые углеродные кластеры, фуллерены, углеродные нанотрубки - новое вещество с необычными свойствами и возможностями, технология получения, структура, свойства, применение.
4. Наполнители из наночастиц и нанотрубок для полимерных композитов, обладающие повышенной прочностью и низкой воспламеняемостью; (кабели).
5. Технологии самосборки: индустрия наносистем: основные термины и определения, процесс самосборки, полупроводниковые островковые структуры, монослои.
6. Наномшины: микроэлектромеханические системы, наноэлектромеханические системы, молекулярные триггеры.
5. Технологии самосборки: индустрия наносистем: основные термины и определения, процесс самосборки, полупроводниковые островковые структуры, монослои.
6. Наномшины: микроэлектромеханические системы, наноэлектромеханические системы, молекулярные триггеры.

**Оценочные средства промежуточной аттестации включают вопросы к зачету, который проводится в форме собеседования (устно).**

1. Нанотехнология: термины и определения.
2. Критика определений.
3. Общность и различия в Российских и зарубежных нормативных документах.
4. Акцент на прикладном аспекте нанотехнологии, как ключевое характеристическое свойство определений, зафиксированных нормативными документами.
5. Многоуровневая классификация продукции nanoиндустрии.
6. Специальное оборудование для нанотехнологий.

7. Особое структурирование атомов и молекул как характеристическое свойство нанопродукции, закрепленное в нормативной документации.
8. Предпосылки законодательного выдвижения нанотехнологии на приоритетное место в США.
9. Современное состояние нанотехнологической промышленности в развитых странах.
10. Подробная классификация наноматериалов.
11. Методы получения наноматериалов.
12. Углеродные нанотрубки, фуллерены, графен, аэрографит, аэрогель, нанокристаллы, оксидные наноматериалы: развитие технологии получения.
13. Перечень критических технологий.
14. Разделы Инициатива «Стратегия развития nanoиндустрии».
15. Программа развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года.
16. Nanотехнологическое общество России, ОАО РОСНАНО: цели и задачи, механизмы реализации.
17. Критика механизмов реализации.
18. Связь экономической эффективности технологии с показателями качества продолжительностью эксплуатации материала.
19. Критерий оценки экономической целесообразности использования нанотехнологии.
20. Обобщенный критерий качества для оценки показателей материалов различного назначения, позволяющий однозначно количественно характеризовать преимущества различных способов наномодифицирования.

**Шкалы оценки образовательных достижений**  
**Оценивание студента на зачете по дисциплине «Основы нанотехнологии»:**

<b>Баллы</b> (итоговой рейтинговой оценки)	<b>Освоение компетенций</b>	<b>Требования к знаниям</b>
100-85	Продвинутый уровень	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
84-70	Средний уровень	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Базовый уровень	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.

Студент, получивший менее 60 % от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

Итоговая оценка выставляется путем перевода набранных баллов в соответствии со следующей таблицей:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
		60-64
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### Основная литература:

1. Поленов Ю.В., Егорова Е.В. Физико-химические основы нанотехнологий: учебник / Ю.В. Поленов, Е.В. Егорова. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 180 с. [Электронный ресурс] URL: Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/125699/#2>
2. Пряхин Е.И. Наноматериалы и нанотехнологии: учебник для ВО / Е.И. Пряхин, С.А. Воложанина, А.П. Петкова и [и др.]: под ред. Е.И. Пряхина. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 372 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/149303/#2>
3. Гадомский О.Н. Оптика сред со случайным близким к нулю показателем преломления. Фундаментальные основы, нанотехнологии и применение: монография / О.Н. Гадомский, Н.М. Ушаков. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 288 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/139292/#134>
4. Плоmodityяло Р.Л. Нанотехнологии. Получение, методы контроля и международная стандартизация наноматериалов: уч. пособие / Р.Л. Плоmodityяло. – Краснодар: КубГТУ, 2018. – 135 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/151171/#3>

### Дополнительная литература:

5. Кузнецова И.М., Харлампида Х.Э. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем / И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампида. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 384 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/45973/#2>
6. Тимофеева М. Н., Панченко В. Н. Нанотехнологии. Химические, физические, биологические и экологические аспекты: монография / М.Н. Тимофеева, В.Н. Панченко. – Новосибирск: изд-во НГТУ, 2013. – 283 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/152281/#10>
7. Марголин В.И., Жабрев В.А. Введение в нанотехнологию: учебник / В.И. Марголин, В.А. Жабрев. – СПб.: Изд-во Лань, 2012. – 464 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4310>
8. Синицына И.Н. Основы нанотехнологии. Методические указания для выполнения контрольной работы. Апробация

### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- процесс реализации образовательной программы по дисциплине «Криогенные технологии» в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения;
- перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины:

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (раздел «Математика и естественнонаучное образование», подраздел «Химическая технология») [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

### Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в той же аудитории. Мультимедийный курс лекций, видеофильмы.

### Учебно-методические рекомендации для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.



Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

## 2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением занятий уяснить тему занятия и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

## 3. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

## **Учебно-методические рекомендации для преподавателей**

### 1. Указания для проведения лекций

На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Приводить примеры.

Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить о теме лабораторного занятия, теме самостоятельной работы, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к занятиям, тестированию, подготовке рефератов. Определить место и время консультации студентам.

### 2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

### 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивиду-

альным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Рабочую программу составил: доцент, Зернышкина А.А.

Рецензент: доцент, Герасимова В.М.

Программа одобрена на заседании УМКН 18.03.01 «Химическая технология».

Председатель учебно-методической комиссии Чернова Н.М.