

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ

\_\_\_\_\_ Н.Д. Ахметов  
"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Инновационные нанотехнологии

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. 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
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Акст Е.Р. (Кафедра материалов, технологий и качества, Автомобильное отделение), ev.akst@yandex.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-13	готовностью в составе коллектива исполнителей участвовать в проведении сертификационных испытаний изделий на основе нанобъектов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные виды и свойства нанобъектов, наноматериалов и изделий на их основе; типовые технологические процессы формирования наномерных структур и типовое оборудование.

Должен уметь:

- оценивать и прогнозировать внутренние процессы и поведение наноструктурированных материалов при изменении параметров окружающей среды (температуры, давления и т.п.); назначать соответствующую обработку для получения заданных структур и свойств материалов, обеспечивающих надежность изделиям, созданным на основе нанобъектов.

Должен владеть:

- навыками расчёта основных параметров наноструктурированных материалов, методами их экспериментального исследования и определения физико-механических характеристик.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.02 "Наноинженерия ()" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Наноматериалы и нанотехнологии.	7	6	6	0	10
2.	Тема 2. Теоретические аспекты нанотехнологии.	7	4	4	0	10

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Современные способы формирования наноструктурированных систем.	7	4	4	0	8
4.	Тема 4. Проблемы и перспективы развития нанотехнологии.	7	4	4	0	8
	Итого		18	18	0	36

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Наноматериалы и нанотехнологии.

#### 1.1. Этапы становления и развития нанотехнологии.

Общие представления о наноматериалах и нанотехнологии. Исторические начала и корни нанотехнологии. Переход от микротехнологии к нанотехнологии. Наномир. Особенности наноразмерного состояния вещества. Терминологическая база нанотехнологии.

#### 1.2. Основные виды наноматериалов и их характеристики.

Виды наноматериалов: золи, гели, суспензии, коллоидные растворы. Углеродные нанокластеры. Фуллерены, фуллереноподобные материалы и углеродные нанотрубки. Матрично-изолированные кластерные сверхструктуры. Сверхрешетки, биомембраны, самоорганизующиеся среды. Ленгмюровские молекулярные пленки. Конструкционные наноматериалы. Наноматериалы для оптической коммутации. Магнитные наноматериалы. Гибридные наноконпозиты. Наноструктурированные многослойные материалы.

### Тема 2. Теоретические аспекты нанотехнологии.

Основы кристаллофизики и кристаллохимии наноматериалов. Физико-химия процессов синтеза наноструктурированных материалов. Способы описания нанообъектов. Общая характеристика поверхности. Элементы термодинамики плоской поверхности. Термодинамика искривленных поверхностей. Формулы Лапласа и Гиббса-Томсона. Температура плавления частиц малых размеров. Общая характеристика адсорбционных процессов. Физическая и химическая адсорбция. Кинетика мономолекулярной адсорбции и двумерная конденсация. Модель адсорбции Ленгмюра. Полимолекулярная адсорбция. Термодинамика и кинетика процессов формирования новой фазы. Самоорганизация и синергетика в наномире. Фрактальные структуры.

### Тема 3. Современные способы формирования наноструктурированных систем.

Методы синтеза наночастиц и нанопорошков. Конденсация паров и газофазный синтез. Плазмохимический синтез. Осаждение из коллоидных растворов. Химическая конденсация. Пиролиз. Дезинтеграция. Детонационный синтез. Компактирование нанопорошков. Осаждение и напыление на подложку. Кристаллизация аморфных сплавов. Формирование гетероструктур. Эпитаксия металлоорганических соединений из газовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Нанолитография. Формирование квантовых точек. Искусственное наноморфообразование. Методы зондовой нанотехнологии.

### Тема 4. Проблемы и перспективы развития нанотехнологии.

Проблема размерных эффектов. Проблемы невоспроизводимости в нанотехнологии. Проблема измерений в квантовой механике и наномире. Проблема слабых и сверхслабых воздействий в нанотехнологии. Поверхностные, межфазные и граничные особенности объектов наномира. Механические особенности, закон Холла-Петча. Диссипативные системы, бифуркации. Проблема чистоты материала, вещества и поверхности. Использование наноматериалов в практической деятельности. Применение наноматериалов в промышленности. Новые материалы и технологии наноэлектроники. Использование наноматериалов в биологии и медицине. Доктрина развития работ по нанотехнологии и наноматериалам в России. Магистральные направления развития нанотехнологии. Прогнозы и перспективы.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 7</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Тестирование	ПК-13	1. Наноматериалы и нанотехнологии. 3. Современные способы формирования наноструктурированных систем.
2	Устный опрос	ПК-13	1. Наноматериалы и нанотехнологии. 2. Теоретические аспекты нанотехнологии. 3. Современные способы формирования наноструктурированных систем. 4. Проблемы и перспективы развития нанотехнологии.
	<b>Зачет</b>	ПК-13	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	1
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

**6.3 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**

**Семестр 7**

**Текущий контроль**

**1. Тестирование**

Темы 1, 3

Пример тестовых заданий:

Тема 1. Наноматериалы и нанотехнологии.

1. Кто ввел в научную литературу термин наноматериалы?

- а) Г. Глейтер
- б) Ж. И. Алферов
- в) Р. Фейнман
- г) Э. Дрекслер

2. Что такое нано?

- а) одна миллиардная
- б) одна миллионная
- в) одна тысячная
- г) одна десятая

3. Чем известен Э. Дрекслер?

- а) основатель нанотехнологии
- б) написал известную книгу "Машины создания"
- в) является президентом международного общества нанотехнологии
- г) первооткрыватель углеродных нанотрубок

4. Наночастицы принадлежат одному из измерений:

- а) от 1 до 1 000 000 000 нанометров
- б) от 1 до 1000 нанометров
- в) от 1 до 100 нанометров
- г) от 1 до 2 нанометров

5. Кто впервые выдвинул идею о развитии нанотехнологии в современной формулировке?

- а) П.С. Лаплас
- б) Э. Дрекслер
- в) Р. Фейнман
- г) Н. Винер

6. Как называется знаменитая книга Э. Дрекслера, посвященная нанотехнологии?

- а) машины конструирования
- б) машины нанотехнологии
- в) машины создания
- г) машины технологии

7. Что такое фуллерен?

- а) железосодержащая наноструктура, используемая в медицине
- б) углеродная нанотрубка
- в) семейство шарообразных полых молекул общей формулы  $C_n$
- г) плоский лист графита мономолекулярной толщины

8. Что такое нанотрубки?

- а) протяженные структуры, состоящие из свёрнутых гексагональных сеток с атомами углерода в узлах
- б) семейство шарообразных полых молекул общей формулой  $C_n$
- в) протяженные структуры из углеродных переплетённых цепей
- г) металлоорганические витые полимеры

9. Соединения фуллеренов, в которых присоединённые атомы, ионы или молекулы находятся снаружи углеродной оболочки, называются:

- а) экзоэдральные соединения
- б) эндоэдральные соединения
- в) супрадральные соединения
- г) парадральные соединения

10. Что такое магнитная жидкость?

- а) расплавленный магнит
- б) взвесь ферромагнитных частиц в жидкости
- в) жидкость, подвергнутая магнитной обработке
- г) жидкости, изменяющие удельный объем при намагничивании

Тема 3. Современные способы формирования наноструктурированных систем.

1. На сегодняшний день нанотехнологии делят на три направления. Какие?

- а) сборка из отдельных атомов любых веществ и объектов
- б) изготовление электронных схем размером до нескольких атомов
- в) создание роботов
- г) создание наномашин (механизмов размером в несколько атомов)

2. Кто из ученых создал транзистор на основе нанотехнологий

- а) Норио Танигути
- б) Ричард Фейнман
- в) Эрик Дрекслер
- г) Сеез Деккер

3. Какой метод не относится к основным методам получения углеродных нанотрубок и нановолокон?

- а) дуговой
- б) лазерно-термический
- в) пиролитический
- г) биотехнологический

4. Если поместить тонкий слой полупроводника с широкой запрещённой зоной между двумя полупроводниками с узкой запрещённой зоной то получится:

- а) квантовая точка
- б) квантовая яма
- в) квантовый барьер
- г) квантовая игла

5. Что означает относящийся к созданию нанообъектов термин "Bottom up"?

- а) создание наноструктурированного слоя на поверхности объекта
- б) структурообразование, создание наноструктур из атомов и молекул
- в) диспергирование, уменьшение размера нанообъектов
- г) создание наноструктурированного слоя методом сублимации вещества

6. Что такое квантовая точка?

- а) квантовая точка представляет собой нанообъект одного материала находящийся на матрице из другого материала



- б) элементарная структура квантового излучения
  - в) наноразмерный разрыв в электромагнитном излучении
  - г) квант, находящийся в электромагнитном поле
7. Какое из высказываний соответствует определению нанотехнологии, данному в Национальной нанотехнологической инициативе США?
- а) нанотехнология - это технология создания наноматериалов
  - б) нанотехнология - это технология будущего
  - в) сущность нанотехнологии в способности работать на молекулярном уровне, атом за атомом создавать большие структуры с фундаментально новой молекулярной организацией
  - г) суть нанотехнологии в создании наномеханизмов
8. Помещая тонкий слой полупроводника с узкой запрещённой зоной между двумя слоями материала с более широкой запрещённой зоной, получают:
- а) квантовую точку
  - б) квантовую яму
  - в) квантовый барьер
  - г) квантовую иглу
9. Что означает относящийся к созданию нанобъектов термин "Top down"?
- а) диспергирование, уменьшение размера объекта
  - б) структурообразование, создание наноструктур из атомов и молекул
  - в) создание наноструктурированного слоя на нижней поверхности объекта
  - г) создание наноструктурированного слоя осадительными методами
10. Что означает уравнение Гиббса-Томсона?
- а) взаимосвязь поверхности объекта и его объема
  - б) взаимосвязь температуры плавления кристаллита и вязкости
  - в) взаимосвязь изменения теплосодержания кристаллита и его состава
  - г) взаимосвязь температуры плавления кристаллита и кривизны ограничивающей его поверхности
11. Как меняется вклад межфазной области в общие свойства объекта при уменьшении его размера?
- а) при уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта уменьшается
  - б) при уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта увеличивается
  - в) при уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через максимум при 100 нм
  - г) при уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через минимум при 100 нм
12. Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов?
- а) изменение свойств нанобъектов в зависимости от размера элементов их структуры
  - б) изменение размера нанобъектов в зависимости от внешних условий
  - в) изменение свойств нанобъектов в зависимости от внешних условий
  - г) изменение размера нанобъектов в зависимости от состава

## 2. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4

Пример контрольных вопросов:

Тема 1. Наноматериалы и нанотехнологии.

1. В каком году Н. Фейнман выдвинул идею о развитии нанотехнологии?
2. Дайте определение нанотехнологии.
3. Как можно трактовать наноразмерное состояние вещества?
4. Существует ли в нанотехнологии зависимость функциональных свойств от геометрических размеров?
5. Как зависят свойства наночастицы от шероховатости поверхности?
6. В чем состоит особенность тонких пленок с точки зрения нанотехнологии?
7. Может ли фазовый состав наноразмерных систем отличаться от фазового состава этих же веществ, находящихся в массивном состоянии?
8. Чем отличаются два вида адсорбции молекул газов на поверхности - физическая адсорбция и химическая?
9. Какие следствия возникают в наночастице вследствие большой доли поверхностных атомов?



10. Почему в наносистемах возрастает роль процессов и явлений, происходящих в поверхностном слое, на межфазных границах многофазных объектов, и на границах нанобъектов?
11. К чему приводит большая доля поверхностных атомов в наночастицах и наноразмерных пленках?
12. Как изменяется микротвердость наноматериалов в зависимости от размера наночастицы?

### **Зачет**

Вопросы к зачету:

1. Общие представления о наноматериалах и нанотехнологии.
2. Исторические начала и корни нанотехнологии.
3. Переход от микротехнологии к нанотехнологии. Наномир.
4. Особенности наноразмерного состояния вещества.
5. Терминологическая база нанотехнологии.
6. Виды наноматериалов: золи, гели, суспензии, коллоидные растворы.
7. Углеродные нанокластеры.
8. Фуллерены, фуллереноподобные материалы и углеродные нанотрубки.
9. Матрично-изолированные кластерные сверхструктуры.
10. Сверхрешетки, биомембраны.
11. Самоорганизующиеся среды.
12. Ленгмюровские молекулярные пленки.
13. Конструкционные наноматериалы.
14. Наноматериалы для оптической коммутации.
15. Магнитные наноматериалы.
16. Гибридные нанокompозиты.
17. Наноструктурированные многослойные материалы.
18. Основы кристаллофизики и кристаллохимии наноматериалов.
19. Физико-химия процессов синтеза наноструктурированных материалов.
20. Способы описания нанобъектов. Общая характеристика поверхности.
21. Элементы термодинамики плоской поверхности.
22. Термодинамика искривленных поверхностей. Формулы Лапласа и Гиббса-Томсона.
23. Температура плавления частиц малых размеров.
24. Общая характеристика адсорбционных процессов.
25. Физическая и химическая адсорбция.
26. Кинетика мономолекулярной адсорбции и двумерная конденсация.
27. Модель адсорбции Ленгмюра.
28. Полимолекулярная адсорбция.
29. Термодинамика и кинетика процессов формирования новой фазы.
30. Самоорганизация и синергетика в наномире. Фрактальные структуры.
31. Методы синтеза наночастиц и нанопорошков.
32. Конденсация паров и газозофазный синтез.
33. Плазмохимический синтез.
34. Осаждение из коллоидных растворов.
35. Химическая конденсация.
36. Пиролиз. Дезинтеграция.
37. Детонационный синтез.
38. Компактирование нанопорошков.
39. Осаждение и напыление на подложку.
40. Кристаллизация аморфных сплавов.
41. Формирование гетероструктур.
42. Эпитаксия металлоорганических соединений из газовой фазы.
43. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
44. Нанолитография.
45. Формирование квантовых точек.
46. Искусственное наноразмерное образование.
47. Методы зондовой нанотехнологии.
48. Проблема размерных эффектов.
49. Проблемы невоспроизводимости в нанотехнологии.
50. Проблема измерений в квантовой механике и наномире.
51. Проблема слабых и сверхслабых воздействий в нанотехнологии.
52. Поверхностные, межфазные и граничные особенности объектов наномира.
53. Механические особенности, закон Холла-Петча.
54. Диссипативные системы, бифуркации.

55. Проблема чистоты материала, вещества и поверхности.
56. Использование наноматериалов в практической деятельности.
57. Применение наноматериалов в промышленности.
58. Новые материалы и технологии нанoeлектроники.
59. Использование наноматериалов в биологии и медицине.
60. Доктрина развития работ по нанотехнологии и наноматериалам в России.
61. Магистральные направления развития нанотехнологии. Прогнозы и перспективы.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

<b>Форма контроля</b>	<b>Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций</b>	<b>Этап</b>	<b>Количество баллов</b>
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	1	25
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	25
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

#### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**Coursera - <https://www.coursera.org>MIT OpenCourseWare - <https://ocw.mit.edu>OpenEDX - <http://open.edx.org>Все о материалах и материаловедении - <http://materiall.ru/>НАЦИОНАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ОТКРЫТОГО ОБРАЗОВАНИЯ - <https://npoed.ru/> <https://openedu.ru/>Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ" - <https://intuit.ru/>**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В процессе освоения дисциплины следует ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и вопросы для подготовки к зачёту, соблюдая изложенную последовательность разделов и тем дисциплины. При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в сети Интернет, например, на сайте <a href="http://dic.academic.ru">http://dic.academic.ru</a>.</p> <p>Для активной работы во время лекционных занятий следует заранее ознакомиться с соответствующим разделом программы дисциплины, с рекомендованной литературой, а также просмотреть записи предыдущих лекций.</p> <p>Возможно проведение лекционных занятий с применением дистанционных технологий в обучении. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся изучают теоретический лекционный материал на следующих платформах и ресурсах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в команде "Microsoft Teams";</li> <li>- в Виртуальной аудитории.</li> </ul>
практические занятия	<p>Целью практических занятий является закрепление теоретического материала дисциплины и приобретение практических навыков его использования для решения поставленных задач. С этой целью на практических занятиях проводятся дискуссии, обсуждения, устные и письменные опросы, а также решаются задачи по соответствующему разделу дисциплины. Для успешного выполнения задач очередного практического занятия необходимо предварительно ознакомиться с соответствующей теорией, руководствуясь при этом планом занятия и обозначенными вопросами.</p> <p>Возможно проведение практических занятий с применением дистанционных технологий в обучении. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания практических занятий на следующих платформах и ресурсах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в команде "Microsoft Teams";</li> <li>- в Виртуальной аудитории.</li> </ul>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа обучающихся имеет своей целью глубокое усвоение материала дисциплины, воспитание высокой творческой активности, инициативы, привычки к постоянному совершенствованию своих знаний, совершенствованию и закреплению навыков самостоятельной работы с литературой, умению найти нужный материал и самостоятельно его использовать. Основным условием успеха самостоятельной работы является её систематичность и планомерное распределение в течение всего периода изучения дисциплины.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся изучают теоретический материал на следующих платформах и ресурсах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в команде "Microsoft Teams";</li> <li>- в Виртуальной аудитории.</li> </ul>

Вид работ	Методические рекомендации
устный опрос	При подготовке к устному опросу необходимо заранее проработать соответствующий раздел дисциплины, ориентируясь при этом на предварительно обозначенные для практического занятия вопросы. При составлении ответов нужно учитывать, насколько качественно раскрыто содержание темы, и насколько хорошо структурирован ответ. Возможно проведение опроса с применением дистанционных образовательных технологий. В случае применения в образовательном процессе дистанционных технологий обучающиеся отвечают на вопросы преподавателя на следующих платформах и ресурсах: - в команде "Microsoft Teams"; - в Виртуальной аудитории.
тестирование	Тестирование по различным темам дисциплины проводится с использованием тестовых заданий из фонда оценочных средств, хранящихся на кафедре материалов, технологий и качества НЧИ КФУ. В тестовых заданиях каждый вопрос содержит 4 варианта ответа, из которых только один правильный. Если Вам кажется, что правильных ответов больше, выбирайте тот, который, на Ваш взгляд, наиболее точный, полный, правильный. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют тестовые задания на следующих платформах и ресурсах: - в команде "Microsoft Teams"; - в Виртуальной аудитории.
зачет	Подготовка к зачёту должна осуществляться на основе использования конспектов лекций, методических пособий, а также рекомендованной литературы. При этом следует ориентироваться на программу дисциплины и вопросы, предназначенные для подготовки к зачёту. Помимо теоретических вопросов следует ещё раз просмотреть типовые задачи, которые решались на практических занятиях. Возможна сдача зачёта в тестовой форме с применением дистанционных образовательных технологий в "Виртуальной аудитории" или в команде "Microsoft Teams".

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 28.03.02 "Наноинженерия"

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

#### Основная литература:

1. Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. - 2-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 400 с. - ISBN 978-5-00101-476-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94129>. - Текст : электронный.
2. Рыжонков Д. И. Наноматериалы : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 368 с. - ISBN 978-5-00101-474-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94117>. - Текст : электронный.
3. Ремпель А. А. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие / А.А. Ремпель, А.А. Валеева. - 2-е изд., стер. - Москва : Флинта, 2017. - 136 с. - ISBN 978-5-9765-3225-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/959235>. - Текст : электронный.
4. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие / Е. Д. Мишина, Н. Э. Шерстюк, А. А. Евдокимов, В. О. Вальднер ; под редакцией А. С. Сигова. - 5-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. - ISBN 978-5-00101-473-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94113>. - Текст : электронный.

#### Дополнительная литература:

1. Барыбин А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур: учебное пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. - Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с. - ISBN 978-5-7638-2396-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441543>. - Текст : электронный.
2. Сироткин О. С. Основы инновационного материаловедения: монография / О.С. Сироткин. - Москва : ИНФРА-М, 2011. - 158 с. - (Научная мысль; Материаловедение). - ISBN 978-5-16-004948-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/226469>. - Текст : электронный.
3. Колмаков А. Г. Основы технологий и применение наноматериалов: монография / А.Г. Колмаков, С.М. Баринов, М.И. Алымов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 208 с. - ISBN 978-5-9221-1408-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/852369>. - Текст : электронный.
4. Головин Ю. И. Основы нанотехнологий / Ю. И. Головин. - Москва : Машиностроение, 2012. - 656 с. - ISBN 978-5-94275-662-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/5793>. - Текст : электронный.



Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.4 Инновационные нанотехнологии

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.