

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

» 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Материаловедение наноструктурированных материалов

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

## 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)
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) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Воронина Е.В. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), Elena.Voronina@kpfu.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
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию
ОПК-2	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ПК-2	готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано-и микросистемной техники

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- Основные тенденции изменения физических и химических свойств материалов при измельчении до наноразмеров;
- Основные свойства и перспективы применения таких наноматериалов, как графен, углеродные нанотрубки, фотонные кристаллы, пористый кремний, гетероструктуры, структуры на основе коллоидных растворов и пленки Ленгмюра-Блоджетт;
- методы исследований результатов синтеза материалов и компонентов нано-и микросистемной техники;
- методы и схемы расчета основные параметры наноструктурных материалов различного функционального назначения;

Должен уметь:

- Оценивать физические величины - характеристики наноматериалов (напр., размер и температуру, при которых проявляются эффекты размерного квантования, изменение работы выхода электрона из наночастицы и т.д.);
- Анализировать возможность применения физических свойств наноматериалов в создании новых приборов;
- выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат ;
- налаживать, испытывать, проверять работоспособность простейшего измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных задач в области нанотехнологии;

Должен владеть:

- элементарными навыками выполнения и оформления результатов измерений для сертификации процессов и материалов;
- способностью к самостоятельному образованию и пополнению знаний;
- принципами оценки результативности проектов;

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения ;
- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования ;
- представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики ;
- к участию в испытаниях опытных образцов изделий нанотехнологии;
- использовать основное измерительное оборудование для исследований материалов в промышленном производстве;

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.21 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника (не предусмотрено)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части.  
Осваивается на 1 курсе в 1 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 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 96 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 60 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 57 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 27 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 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. Введение. Сырье для промышленности современных материалов. Силикаты. Исследование сырья: сканирующая электронная микроскопия	1	2	6	0	4
2.	Тема 2. Исследование сырья: рентгенографический анализ, гранулометрический анализ, термический анализ.	1	2	6	0	4
3.	Тема 3. Исследование сырья: определение чувствительности сырья к сушке.	1	2	4	0	4
4.	Тема 4. Классификация материалов по структуре и свойствам. Диссипативные структуры: теория формы.	1	2	6	0	4
5.	Тема 5. Плотные керамические материалы: электрические, магнитные и оптические свойства. Стекла: стеклообразное состояние.	1	2	4	0	4
6.	Тема 6. Стекла: классификация стекол, особые виды стекол.	1	2	4	0	4
7.	Тема 7. Твердофазные материалы с пористой структурой. Методы исследования порового пространства.	1	2	6	0	4
8.	Тема 8. Электронно-микроскопические исследования пор	1	2	6	0	4
9.	Тема 9. Поровая структура керамического кирпича. Пory в материалах из кремнистых пород.	1	2	6	0	3
10.	Тема 10. Рентгенографические исследования материалов с пористой структурой	1	2	8	0	4

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
11.	Тема 11. Механизмы спекания керамических материалов их влияние на структуру: твердофазное спекание и спекание с участием жидкой фазы.	1	2	4	0	4
12.	Тема 12. Наномодифицированные материалы. Поверхностные эффекты и эффекты квантовых ограничений.	1	2	0	0	2
13.	Тема 13. Первые сложные нульмерные структуры: фуллерены. Одномерные наноструктуры	1	2	0	0	2
14.	Тема 14. Оптические и магнитные свойства наноматериалов. Фотонные кристаллы. Нанопористые материалы.	1	2	0	0	2
15.	Тема 15. Механические свойства наносистем. Нанокompозиты. Структура и свойства нанокompозитных покрытий.	1	2	0	0	2
16.	Тема 16. Тепловые и квантовые флуктуации.	1	2	0	0	2
17.	Тема 17. Теплопередача и бесконтактное трение между наноструктурами.	1	2	0	0	2
18.	Тема 18. Упорядоченные молекулярные материалы жидкие кристаллы	1	2	0	0	2
	Итого		36	60	0	57

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### **Тема 1. Введение. Сырье для промышленности современных материалов. Силикаты. Исследование сырья: сканирующая электронная микроскопия**

Введение. Сырье для промышленности современных материалов. Силикаты. Исследование сырья: сканирующая электронная микроскопия

##### **Тема 2. Исследование сырья: рентгенографический анализ, гранулометрический анализ, термический анализ.**

Исследование сырья: рентгенографический анализ, гранулометрический анализ, термический анализ.

##### **Тема 3. Исследование сырья: определение чувствительности сырья к сушке.**

Исследование сырья: определение чувствительности сырья к сушке.

##### **Тема 4. Классификация материалов по структуре и свойствам. Диссипативные структуры: теория формы.**

Классификация материалов по структуре и свойствам. Диссипативные структуры: теория формы.

##### **Тема 5. Плотные керамические материалы: электрические, магнитные и оптические свойства. Стекла: стеклообразное состояние.**

Плотные керамические материалы: электрические, магнитные и оптические свойства. Стекла: стеклообразное состояние.

##### **Тема 6. Стекла: классификация стекол, особые виды стекол.**

Стекла: классификация стекол, особые виды стекол

##### **Тема 7. Твердофазные материалы с пористой структурой. Методы исследования порового пространства.**

Твердофазные материалы с пористой структурой. Методы исследования порового пространства.

##### **Тема 8. Электронно-микроскопические исследования пор**

Электронно-микроскопические исследования пор

**Тема 9. Поровая структура керамического кирпича. Пory в материалах из кремнистых пород.**

Поровая структура керамического кирпича. Пory в материалах из кремнистых пород

**Тема 10. Рентгенографические исследования материалов с пористой структурой**

Рентгенографические исследования материалов с пористой структурой

**Тема 11. Механизмы спекания керамических материалов их влияние на структуру: твердофазное спекание и спекание с участием жидкой фазы.**

Механизмы спекания керамических материалов их влияние на структуру: твердофазное спекание и спекание с участием жидкой фазы.

**Тема 12. Наномодифицированные материалы. Поверхностные эффекты и эффекты квантовых ограничений.**

Наномодифицированные материалы. Поверхностные эффекты и эффекты квантовых ограничений.

**Тема 13. Первые сложные нульмерные структуры: фуллерены. Одномерные наноструктуры**

Первые сложные нульмерные структуры: фуллерены. Одномерные наноструктуры

**Тема 14. Оптические и магнитные свойства наноматериалов. Фотонные кристаллы. Нанопористые материалы.**

Оптические и магнитные свойства наноматериалов. Фотонные кристаллы. Нанопористые материалы.

**Тема 15. Механические свойства наносистем. Нанокompозиты. Структура и свойства нанокompозитных покрытий.**

Механические свойства наносистем. Нанокompозиты. Структура и свойства нанокompозитных покрытий.

**Тема 16. Тепловые и квантовые флуктуации.**

Тепловые и квантовые флуктуации.

**Тема 17. Теплопередача и бесконтактное трение между наноструктурами.**

Теплопередача и бесконтактное трение между наноструктурами

**Тема 18. Упорядоченные молекулярные материалы жидкие кристаллы**

Упорядоченные молекулярные материалы жидкие кристаллы

**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)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);

- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
  - критерии оценивания для каждого оценочного средства;
  - содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.
- Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### **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;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной 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 Научной библиотеки КФУ.

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Википедия - <http://www.mining-enc.ru/>

Горная энциклопедия - <http://www.mining-enc.ru/>

Журнал Письма в ЖТФ - <http://journals.ioffe.ru/pjtf/>

Журнал Строительные материалы - <http://journals.ioffe.ru/ftt/#EVersion>

Журнал Физика твердого тела - <http://www.rifsm.ru/>

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Изучение данной дисциплины является базисом для последующего освоения практических аспектов физики конденсированного состояния и организации научной и производственной деятельности. Грамотное выполнение рефератов и контрольных работ позволит студентам успешно подготовиться к последующей учебной, научной и производственной деятельности.

Каждая тема дисциплины 'Материаловедение наноструктурированных материалов' содержит достаточный объем теоретических знаний для успешного выполнения контрольных работ и написания рефератов.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. В рамках изучаемой дисциплины используются задания, предполагающие более углублённое изучение вопросов, рассмотренных на лекциях, или изучение дополнительных вопросов, не рассматриваемых на лекциях, но имеющих непосредственное отношение к изучаемым темам.

Выполнение каждого задания может включать в себя следующие виды самостоятельной работы:

- работа с различными источниками информации: изучение основной и дополнительной литературы, работа со словарями и справочниками, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета;

Работа на практических занятиях предполагает активное участие в рассмотрении способов получения данного класса веществ, химических и физических свойств, решение задач по изучаемой теме. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.

В текстах авторов, таким образом, следует выделять следующие компоненты:

- постановка проблемы;

- варианты решения;
- аргументы в пользу тех или иных вариантов решения.

На основе выделения этих элементов проще составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.

При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например на сайте <http://dic.academic.ru>.

Письменная домашняя работа с использованием материала лекций, основной и дополнительной литературы, электронных ресурсов. При ответе на вопросы обязательно необходимо дать названия исходным соединениям и продуктам реакции, указать тип реакции и условия протекания.

При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники литературы, которые изучались в течение семестра. В каждом билете на экзамене содержится 4 вопроса.

Для получения дополнительных материалов по каждой теме в помощь студентам приводится список литературы, имеющийся в университетской библиотеке КФУ, в том числе и в электронном формате.

Объем знаний, которые необходимо усвоить при изучении учебных дисциплин, определяется федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС). Образовательные результаты освоения дисциплины, соответствующие определенным компетенциям согласно ФГОС, приведены в разделе 1 настоящей программы. Содержание тем учебной дисциплины и темы лабораторных практикумов и практических занятий приведены в разделе 6. Этим определяются минимальные знания, которые обучающийся должен продемонстрировать после изучения дисциплины.

Итоговым контролем по дисциплине является - экзамен. Зачет проводится аудиторно по индивидуальным билетам. Для успешной подготовки к итоговому контролю предлагается выполнить следующие мероприятия:

- Систематически проработать лекционный материал при подготовке к лабораторным занятиям.
- Выполнить практические работы по всем темам дисциплины. Выполнение лабораторно-практических работ требует заполнения отчетов, которые составляются в электронном виде.
- Защитить лабораторно-практические работы по всем темам дисциплины. Защита проводится в виде собеседования.

Невыполнение практических работ не являются причиной недопуска к экзамену, но ведут к снижению общей оценки на экзамене. В течение семестра допускается отработка и передача пропущенных практических работ по согласованию с преподавателем.

Подготовка к практическим работам заключается в проработке прочитанных лекций и рекомендуемой литературы. Перед началом практических работ проводится проверка знаний по теории и практике проведения этих работ. Неподготовленные обучающиеся к выполнению работ не допускаются. Теоретические основы выполненной работы проверяются также при защите работы. Зачет по практической работе ставится только после демонстрации обучающимся понимания сути выполненной работы в связи с изученным ранее материалом.

По каждой теме предполагается самостоятельное изучение основных вопросов. Для этого представлен примерный список вопросов, который может быть использован для самоконтроля и рекомендуемая литература. Самостоятельный информационный поиск обучающегося не ограничивается этим, а лишь задает направление изучения конкретной темы. Ссылки на литературу, используемую для самостоятельного изучения теоретического материала, приведены в п. 9 настоящей программы. В соответствии со списком рекомендуемой литературы обучающийся самостоятельно изучает перечисленные темы и составляет краткий конспект в произвольном объеме и форме. В результате проведения самостоятельной работы обучающийся дополнительно закрепляет лекционный курс.

После лекционных занятий 1-4,6-12 обучающимся дается задание для самостоятельной работы по подготовке реферата. Задания для самостоятельной работы распределяются между конкретными исполнителями преподавателем курса с учетом пожеланий студентов, а также в зависимости от ситуации с их текущим рейтингом. Реферат по заданной проблеме должен содержать обзорную часть, определяющую масштаб проблемы; возможные пути решения и проч.

Реферат требует глубокого изучения основной и дополнительной литературы, применения актуальной информации. Выполненное задание для самостоятельной работы является личным исследованием, результаты которого представляются на семинарском занятии в форме письменного доклада и презентации.

**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.

### **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 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки "не предусмотрено".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.21 Материаловедение наноструктурированных  
материалов*

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

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Основная литература:**

1. Андриевский, Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы [Электронный ресурс] / Р.А. Андриевский. -Электрон. дан. -М.: 'Лаборатория знаний' (ранее 'БИНОМ. Лаборатория знаний'), 2017. -255 с. -Режим доступа:<https://e.lanbook.com/book/94128>
2. Турилина, В.Ю. Материаловедение. Механические свойства металлов. Термическая обработка металлов. Специальные стали и сплавы [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : МИСИС, 2013. ? 154 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47489>.
3. Федотов, А.К. Физическое материаловедение. Ч. 2. Фазовые превращения в металлах и сплавах [Электронный ресурс]: [Учебное пособие] / А.К. Федотов. -Минск: Выш. шк., -2012. -446 с.: ил. -Режим доступа:<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=508082>

**Дополнительная литература:**

1. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий: электронный ресурс: [Учебное пособие]. -Электрон. дан. -М.: 'Лаборатория знаний' (ранее 'БИНОМ. Лаборатория знаний'). -2015. -434 с. -Режим доступа:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=66203](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66203)
2. Раков, Э.Г. Неорганические наноматериалы [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 480 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70727>.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.21 Материаловедение наноструктурированных  
материалов

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

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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.