

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

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Материаловедение и наноматериаловедение

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
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
ПК-7	способностью в составе коллектива исполнителей участвовать в проектных работах по созданию и производству нанообъектов, модулей и изделий на их основе

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные классы современных материалов и наноматериалов, их наиболее важные характеристики и области применения;
- основные размерные эффекты, возникающие в наночастицах, и кооперативные явления в системах на их основе;
- взаимосвязь физико-механических свойств материалов и наноматериалов с их химическим составом и структурой;
- физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них при воздействии различных факторов.

Должен уметь:

- правильно использовать материаловедческие закономерности для реализации потенциальных возможностей материалов при проектировании и создании микро- и наносистем;
- оценивать и прогнозировать внутренние процессы и поведение материалов при изменении параметров окружающей среды (температуры, давления и т.п.);
- назначать соответствующую обработку для получения заданных структур и свойств материалов, обеспечивающих надежность продукции, в том числе изделиям на основе нанообъектов.

Должен владеть:

- методами исследования структуры, определения физико-механических свойств и технологических показателей материалов и наноматериалов;
- навыками правильного выбора материалов и способов их обработки для получения изделий с требуемыми характеристиками.

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.Б.16 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.02 "Наноинженерия ()" и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе в 4 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 90 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 4 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. Материалы и их свойства.	4	4	4	6	20
2.	Тема 2. Металлы и сплавы.	4	6	6	6	20
3.	Тема 3. Деформация и разрушение материалов.	4	2	2	4	10
4.	Тема 4. Наноматериалы.	4	4	4	2	20
5.	Тема 5. Области применения наноматериалов и нанотехнологий.	4	2	2	0	20
	Итого		18	18	18	90

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Материалы и их свойства.

Введение.

Понятие материала, классификация материалов, наноматериалы.

Цель и задачи дисциплины, её краткое содержание и значение для будущих специалистов в области создания наноматериалов и наносистем.

1.1. Основные представления о строении и свойствах материалов.

Свойства материалов (физические, химические, технологические, механические). Факторы, определяющие свойства материалов. Методы исследования химического состава и структуры материалов. Механические испытания материалов. Диаграмма растяжения металлов. Определение твёрдости, жёсткости, прочности, пластичности и вязкости материалов. Определение ударной вязкости и порога хладноломкости материалов. Ползучесть и усталость материалов.

Агрегатные состояния и превращения веществ. Тепловые и диффузионные процессы в материалах. Кристаллическое и аморфное состояние твёрдых тел. Монокристаллы и поликристаллическое строение материалов. Понятие кристаллической решётки и структуры кристаллов. Элементарная ячейка, система симметрии кристалла, периоды кристаллической решётки и базис структуры. Кристаллографические направления и атомные плоскости. Изотропия и анизотропия материалов. Точечные, линейные, поверхностные и объёмные дефекты кристаллической структуры. Влияние дефектов структуры на свойства материалов.

Тема 2. Металлы и сплавы.

2.1. Строение и свойства металлов и сплавов.

Общая характеристика и классификация металлов. Металлическая межатомная связь, модель "электронного газа" и свойства металлов. Кристаллическая структура металлов (ОЦК, ГЦК и ГПУ-решётки). Явление полиморфизма и полиморфные превращения в металлах и сплавах. Термодинамические условия и механизм процесса кристаллизации металлических материалов. Теоретическая (равновесная) и фактическая температуры кристаллизации. Переохлаждение расплава. Кривые охлаждения металлов и сплавов. Механизм процесса кристаллизации расплава. Критический размер зародыша. Зависимость размера зерна металла от степени переохлаждения расплава. Строение слитка металлического материала. Понятие фазы и диаграммы состояния сплава. Фазы металлических сплавов. Эвтектическое, эвтектоидное и перитектическое превращения в сплавах. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных сплавов.

2.2. Стали и чугуны.

Общая характеристика и классификация сплавов железа с углеродом. Сущность способов получения чугунов и сталей. Структурные составляющие и диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка сталей. Белые и графитные чугуны. Микроструктура и свойства серых, ковких и высокопрочных чугунов. Маркировка чугунов. Общая характеристика, классификация и маркировка легированных сталей.

Термическая обработка сталей (отжиг, нормализация, закалка и отпуск). Основные фазовые превращения в сталях при термообработке, диаграмма изотермического распада аустенита. Виды и способы закалки сталей. Поверхностная закалка сталей и химико-термическая обработка.

Тема 3. Деформация и разрушение материалов.

Упругая и пластическая деформация материалов. Сдвигово-дислокационный механизм пластической деформации. Развитие наклепа под воздействием холодной пластической деформации. Возврат и рекристаллизация металлов, подвергнутых пластической деформации. Холодная и горячая деформация. Механизм разрушения металлических материалов. Вязкое и хрупкое разрушение материалов.

Тема 4. Наноматериалы.

4.1. Общая характеристика наноматериалов.

Понятие о наноматериалах. Особенности наноразмерного состояния вещества. Классификация нанообъектов. Размерные эффекты и свойства нанообъектов. Определение наночастицы. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию, размерам и мерности. Особенности термодинамических свойств наносред. Структура наноразмерных материалов. Характеристики дисперсности наноматериалов. Поверхность, границы, морфология наноматериалов. Электрические свойства наноматериалов. Ферромагнитные характеристики наноматериалов. Особенности тепловых свойств наноматериалов. Оптические характеристики наносред. Диффузия в наноматериалах. Химические свойства наноматериалов. Механические характеристики дисперсных сред.

4.2. Способы получения и методы исследования наноразмерных систем.

Методы механического, физического и химического диспергирования. Способы консолидации наноразмерных порошков. Формирование наноматериалов по механизму "снизу-вверх". Формирование наноматериалов по механизму "сверху-вниз". Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов. Методы получения наночастиц из паровой фазы. Получение наночастиц в жидких средах. Получение упорядоченных структур наночастиц. Получение гибридных полимер-неорганических нанокомпозитов. Методы получения упорядоченных наноструктур. Эпитаксия металлоорганических соединений из газовой фазы. Молекулярно-лучевая эпитаксия.

Методы изучения свойств наноматериалов. Исследование размерных характеристик. Определение элементного и фазового состава наноматериалов. Методы изучения поверхности. Просвечивающая и растровая электронная микроскопия. Электронная мессбауэровская и оже-спектроскопия. Нанотехнологический комплекс. Сканирующая туннельно-зондовая и атомно-силовая микроскопия.

Тема 5. Области применения наноматериалов и нанотехнологий.

Углеродные наноструктуры в наноэлектронике. Фуллерены и углеродные нанотрубки. Ленгмюровские молекулярные пленки. Гибридные полимер-неорганические нанокомпозиты. Наноструктурированные материалы. Формирование квантовых точек и проволоки при ионном синтезе. Напряженные полупроводниковые гетероструктуры. Зондовая нанотехнология. Нанолитография. Фундаментальные и прикладные аспекты наномедицины и нанобиологии. Междисциплинарные области использования наноразмерных материалов и композитов.

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
Семестр 4			

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-7	1. Материалы и их свойства. 2. Металлы и сплавы. 3. Деформация и разрушение материалов.
2	Тестирование	ПК-7	1. Материалы и их свойства. 2. Металлы и сплавы.
3	Устный опрос	ПК-7	1. Материалы и их свойства. 2. Металлы и сплавы. 3. Деформация и разрушение материалов. 4. Наноматериалы. 5. Области применения наноматериалов и нанотехнологий.
	Зачет	ОК-7, ПК-7	

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.	
Семестр 4					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	2
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.	3
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	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 4

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3

Лабораторная работа 1. Микроскопический метод исследования материалов.

Целью лабораторной работы является приобретение навыков анализа микроструктуры металлических материалов. В ходе работы осваивается технология изготовления микрошлифа, изучаются устройство, принцип работы и основные характеристики металлографического микроскопа.

Контрольные вопросы:

1. Что такое микрошлиф, как он готовится и для чего?
2. Какие существуют способы полировки микрошлифа?
3. С какой целью применяется травление микрошлифа?
4. Чем отличается изображение, получаемое в микроскопе после полирования и травления микрошлифов?
5. Какие элементы структуры можно наблюдать на нетравленном микрошлифе?
6. На чём основано выявление зернистой структуры металлических материалов?
7. Каков принцип работы металлографического микроскопа?
8. Назовите основные характеристики металлографического микроскопа.
9. Что такое увеличение металлографического микроскопа?
10. Что представляет собой разрешающая способность микроскопа, от чего она зависит?

Лабораторная работа 2. Элементы кристаллографии.

Цель практикума - ознакомиться с атомно-кристаллическим строением материалов, понятием кристаллической решётки и её основными параметрами; научиться определять координаты узлов кристаллической решётки, индексы кристаллографических направлений и атомных плоскостей.

Контрольные вопросы:

1. Чем кристаллическое состояние отличается от аморфного?
2. Что такое кристаллическая решётка?
3. Система симметрии (сингония) кристалла?
4. Периоды кристаллической решётки?
5. Что такое элементарная ячейка?
6. Как вы понимаете полиморфизм?
7. Координационное число?
8. Степень компактности кристаллической структуры?
9. Как определяются индексы узлов кристаллической решетки?
10. Как определяются индексы кристаллографических направлений?
11. Как определяются индексы атомных плоскостей?
12. Что такое семейство атомных плоскостей?

Лабораторная работа 3. Определение твёрдости металлов и сплавов.

Понятие твёрдости и микротвёрдости материала. Способы и единицы измерения твёрдости. Взаимосвязь между твёрдостью и другими механическими характеристиками металлов и сплавов. Методы определения твёрдости материалов по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу. Выбор индентора и подаваемой на него нагрузки в зависимости от твёрдости и размеров испытуемого образца. Определение микротвёрдости материалов.

Контрольные вопросы:

1. Что называют твёрдостью материалов?
2. Какие существуют методы определения твёрдости?
3. В чём состоит метод Бринелля?
4. Единицы измерения твёрдости?
5. Сущность метода Роквелла?
6. Сходство и различия методов Бринелля и Виккерса?
7. Особенности измерения микротвёрдости?

Лабораторная работа 4. Формирование зернистой структуры металлов и сплавов при затвердевании.

Термодинамические основы процесса кристаллизации. Равновесная (теоретическая) и фактическая температуры кристаллизации. Кинетика и механизм образования зародышей кристаллов. Критический размер зародыша. Зависимость размера зёрен металлов и сплавов от степени переохлаждения расплава. Строение слитка спокойной стали.

Контрольные вопросы:

1. Что называют процессом кристаллизации?
2. Что означают теоретическая и фактическая температуры кристаллизации?
3. При каких условиях развивается процесс кристаллизации жидкого расплава?
4. Что такое скрытая теплота кристаллизации?
5. Как выглядит кривая охлаждения металлов и сплавов?
6. Что представляет собой степень переохлаждения расплава?
7. Каков механизм процесса кристаллизации?
8. Что такое критический размер зародыша?
9. От чего и как зависит скорость образования зародышей и скорость роста кристаллов?
10. Как зависит размер зерна металла от степени переохлаждения жидкого расплава?

Лабораторная работа 5. Изучение микроструктуры углеродистых сталей и чугунов.

Фазы и структурные составляющие железоуглеродистых сплавов: феррит, аустенит, цементит, перлит.

Диаграммы состояния "железо-цементит" и "железо-графит". Доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные стали.

Белые и графитные чугуны. Факторы, влияющие на процесс графитизации чугунов. Формы графитных включений в чугунах. Доэвтектические, эвтектические и заэвтектические чугуны. Серые, ковкие и высокопрочные чугуны, способы их получения и свойства.

Контрольные вопросы:

1. Что такое стали?
2. Классификация сталей по диаграмме "железо-углерод".
3. Определение основных фаз системы - феррит, аустенит, цементит.
4. Сущность полиморфных превращений железа.
5. Проиллюстрировать применение правила отрезков на диаграмме "железо-углерод".
6. В чем различие между сталями и чугунами?
7. Особенности структурных превращений при кристаллизации и последующем охлаждении белых чугунов.
8. Строение и свойства белых, серых, высокопрочных и ковких чугунов.
9. Сущность и назначение модифицирования чугунов.
10. Каковы необходимые условия для графитизации?
11. Как получается ковкий чугун?
12. Классификация и область применения чугунов.

2. Тестирование

Темы 1, 2

Пример тестовых заданий:

Тема 1. Материалы и их свойства.

1. Какие из перечисленных материалов относятся к аморфным материалам?

- а) глина
- б) оконное стекло
- в) олово и свинец
- г) алюминиевые сплавы
- д) резина

2. Какие вещества с повышением температуры постепенно размягчаются и плавно переходят в жидкое состояние?

- а) пластичные
- б) вязкие
- в) аморфные
- г) кристаллические
- д) поликристаллические

3. Вещество находится в жидком состоянии, если средняя энергия движения его атомов или молекул ... средней энергии их взаимодействия.

- а) больше

- б) значительно больше
- в) значительно меньше
- г) примерно равна
- д) меньше

4. Если средняя энергия взаимодействия частиц вещества преобладает над средней энергией их движения, вещество является ...

- а) жидким
- б) твёрдым
- в) жёстким
- г) газообразным
- д) прочным

5. Какие из перечисленных материалов имеют поликристаллическое строение?

- а) металлы и сплавы
- б) резина
- в) алмаз
- г) оконное стекло
- д) древесина

6. Монокристаллами являются ...

- а) железоуглеродистые сплавы
- б) бетон и гранит
- в) алмаз и рубин
- г) глина и песок
- д) оконное стекло и янтарь

7. Металлы и сплавы, полученные в обычных условиях, имеют ... строение.

- а) полиморфное
- б) поликристаллическое
- в) изоморфное
- г) хаотическое
- д) параметрическое

8. Структура металлов и сплавов, полученных в условиях сверхбыстрого охлаждения из жидкого состояния, является ...

- а) полиморфной
- б) монокристаллической
- в) изоморфной
- г) стабильной
- д) нестабильной

9. В кристаллических твёрдых телах частицы вещества располагаются в пространстве ...

- а) последовательно
- б) хаотически
- в) упорядоченно
- г) параллельно
- д) неупорядоченно

10. В аморфных твёрдых телах частицы вещества располагаются в пространстве ...

- а) хаотически
- б) упорядоченно
- в) закономерно
- г) последовательно
- д) параллельно

11. Какие из свойств материалов отражают их способность подвергаться тому или иному виду обработки?

- а) физические
- б) химические
- в) механические
- г) технологические

д) эксплуатационные

12. Способность металлов хорошо отражать свет относится к их характерным ... свойствам.

- а) физическим
- б) химическим
- в) механическим
- г) технологическим
- д) эксплуатационным

13. Пластичность и прочность материала это ... свойства.

- а) химические
- б) механические
- в) физические
- г) эксплуатационные
- д) технологические

14. Способность материалов к установлению соединения посредством сварки относится к ... свойствам.

- а) эксплуатационным
- б) химическим
- в) физическим
- г) технологическим
- д) механическим

15. Какие свойства материалов характеризуют их поведение в тепловых, электромагнитных и гравитационных полях?

- а) технологические
- б) химические
- в) физические
- г) эксплуатационные
- д) механические

Тема 2. Металлы и сплавы.

1. Какие из перечисленных свойств наиболее характерны для металлов?

- а) высокая температура плавления
- б) способность при нагреве расплавляться
- в) относительно высокая пластичность
- г) относительно высокая износостойкость
- д) низкая коррозионная стойкость

2. К наиболее характерным физическим свойствам металлов относится ...

- а) относительно высокая пластичность
- б) сравнительно высокая плотность
- в) относительно высокая твёрдость
- г) сравнительно высокая прочность
- д) относительно низкая жёсткость

3. К наиболее характерным механическим свойствам металлов относится ...

- а) характерный металлический блеск
- б) сравнительно высокая плотность
- в) относительно низкое электросопротивление
- г) относительно высокая пластичность
- д) способность испускать электроны при нагреве

4. Какие из свойств материалов отражают их способность сопротивляться деформации и разрушению?

- а) физические
- б) химические
- в) механические
- г) технологические
- д) эксплуатационные

5. Способность металлов хорошо проводить электрический ток и тепло относится к их характерным ... свойствам.
- а) физическим
 - б) химическим
 - в) механическим
 - г) технологическим
 - д) эксплуатационным
6. Межатомная связь, осуществляемая посредством обобществления всех валентных электронов атомами материала это ...
- а) коллективная связь
 - б) электронная связь
 - в) кристаллическая связь
 - г) металлическая связь
 - д) ковалентная связь
7. Какие из перечисленных металлов относятся к металлам группы железа?
- а) молибден
 - б) марганец
 - в) хром
 - г) титан
 - д) ванадий
8. Какие из перечисленных металлов являются тугоплавкими металлами?
- а) молибден
 - б) марганец
 - в) никель
 - г) кобальт
 - д) уран
9. Какие из перечисленных металлов относятся к легкоплавким металлам?
- а) молибден
 - б) марганец
 - в) никель
 - г) кобальт
 - д) цинк
10. Лёгкими металлами являются ...
- а) марганец и цинк
 - б) магний и бериллий
 - в) олово и серебро
 - г) титан и ванадий
 - д) кобальт и никель

3. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5

Контрольные вопросы:

Тема 1. Материалы и их свойства.

1. Назовите основные факторы, определяющие свойства материалов?
2. Что понимается под структурой материала?
3. Отличия микроструктуры от макроструктуры?
4. Способы исследования микроструктуры материала?
5. Методы определения хим.состава материала?
6. Методы оценки механических свойств материалов?
7. Чем отличается кристаллическое состояние твёрдых тел от аморфного?
8. Что представляет собой кристаллическая решётка?
9. Что вкладывают в понятие "элементарная ячейка"?
10. Что такое система симметрии, периоды решётки и базис кристаллической структуры?

Тема 2. Металлы и сплавы.

1. Что отличает металлы от других материалов?
2. Полиморфные превращения металлов?
3. Что такое сплав и фаза сплава?
4. Что представляет собой диаграмма состояния сплава?
5. Линии ликвидус и солидус?
6. Как использовать правило отрезков?
7. Эвтектика и эвтектоид?
8. Чем стали отличаются от чугунов?
9. Что отличает белые чугуны от графитных?
10. Какая форма графитных включений в серых, ковких и высокопрочных чугунах?
11. Чем отличается закалка доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей?
12. Что такое мартенсит?

Тема 3. Деформация и разрушение материалов.

1. Чем пластическая деформация отличается от упругой?
2. Сдвигово-дислокационный механизм пластической деформации?
3. Что такое наклёп?
4. Как изменяется микроструктура материала при наклёпе?
5. Что такое возврат?
6. В чём состоит рекристаллизация?
7. Отличие холодной деформации от горячей?
8. Механизм вязкого и хрупкого разрушения материалов?
9. Признаки хрупкого разрушения?
10. Чем вязкое разрушение отличается от хрупкого?

Тема 4. Наноматериалы.

1. Как можно трактовать наноразмерное состояние вещества?
2. Насколько применимы в нанотехнологии методы и подходы классической или квантовой физики?
3. Существует ли в нанотехнологии зависимость функциональных свойств от геометрических размеров?
4. В чём состоит особенность тонких плёнок с точки зрения нанотехнологии?
5. Может ли фазовый состав наноразмерных систем отличаться от фазового состава этих же веществ, находящихся в массивном состоянии?
6. Приведите примеры нульмерных, одномерных, двумерных и трехмерных дефектов в твердом теле.
7. Какие следствия возникают в наночастице вследствие большой доли поверхностных атомов?
8. К чему приводит большая доля поверхностных атомов в наночастицах и наноразмерных плёнках?
9. Что такое "фрактальная размерность"? В чём ее отличие от евклидовой?
10. Почему в наносистемах возрастает роль процессов и явлений, происходящих в поверхностном слое, на межфазных границах многофазных объектов, и на границах нанобъектов?

Тема 5. Области применения наноматериалов и нанотехнологий.

1. Углеродные наноструктуры. Применение фуллеренов.
2. Получение и применение углеродных нанотрубок.
3. Ленгмюровские молекулярные плёнки.
4. Какими методами можно получать высокочистые вещества и материалы?
5. Как меняются механические свойства наночастицы в зависимости от ее формы?
6. Какие области использования наноразмерных материалов и композитов перспективны в исследовании космического пространства?
7. Какие области использования наноразмерных материалов и композитов перспективны в промышленном производстве?
8. Какие области использования наноразмерных материалов и композитов перспективны в военных технологиях?
9. Как наночастицы могут быть использованы в медицине?
10. Каков принцип действия биочипа и какая перспектива есть у него в экспресс-диагностике?

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Понятие материала и классификация материалов.
2. Свойства материалов (физические, химические, технологические, механические). Основные факторы, определяющие свойства материалов.

3. Методы исследования состава и структуры материалов. Микроскопический метод исследования металлов и сплавов.
4. Механические испытания материалов (статические, динамические и циклические испытания). Определение ударной вязкости и порога хладноломкости материалов. Ползучесть и усталость материалов.
5. Испытания материалов на одноосное растяжение. Диаграмма растяжения металлов. Определение жёсткости, прочности, пластичности и вязкости материалов.
6. Определение твёрдости материалов (метод Бринелля, Роквелла, Виккерса).
7. Агрегатные состояния и превращения веществ. Тепловые и диффузионные процессы в материалах.
8. Аморфное и кристаллическое состояния твёрдых тел. Монокристаллы и поликристаллическое (зернистое) строение материалов.
9. Понятие кристаллической решётки (элементарная ячейка, система симметрии кристалла, периоды кристаллической решётки).
10. Структура кристаллов (понятие базиса структуры; координационное число, коэффициент компактности).
11. Кристаллографические направления и атомные плоскости.
12. Изотропия и анизотропия свойств материалов.
13. Точечные дефекты кристаллической структуры (вакансии, межузельные атомы, атомы примесей). Влияние дефектов на свойства материалов.
14. Линейные дефекты кристаллической структуры (краевые и винтовые дислокации). Роль дислокаций в механизме сдвига атомных слоёв при пластической деформации. Механизм наклёпа.
15. Поверхностные и объёмные дефекты структуры. Влияние дефектов структуры на свойства материалов.
16. Общая характеристика и классификация металлов.
17. Металлическая межатомная связь, модель "электронного газа" и свойства металлов.
18. Кристаллическая структура металлов (ОЦК, ГЦК и ГПУ-решётки).
19. Явление полиморфизма и полиморфные превращения в металлах и сплавах.
20. Термодинамические условия процесса кристаллизации (зависимость свободной энергии системы атомов от температуры; равновесная и фактическая температуры плавления и кристаллизации). Кривые охлаждения металлов и сплавов.
21. Механизм процесса кристаллизации. Зависимость размера зерна металла от степени переохлаждения расплава.
22. Строение слитка металла (три зоны кристаллизации слитка).
23. Понятие фазы и диаграммы состояния сплава. Метод построения диаграмм.
24. Фазы металлических сплавов (химические соединения, твёрдые растворы, чистые компоненты).
25. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных сплавов. Эвтектическое, эвтектоидное и перитектическое превращения в сплавах.
26. Общая характеристика и классификация сплавов железа с углеродом. Сущность способов получения сталей и чугунов.
27. Фазы и структурные составляющие железоуглеродистых сплавов (феррит, аустенит, цементит, графит, перлит, ледебурит).
28. Диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов (диаграммы "железо-цементит" и "железо-графит").
29. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей.
30. Классификация и маркировка углеродистых сталей.
31. Белые чугуны и графитные (серые, ковкие, высокопрочные).
32. Общая характеристика, классификация и маркировка легированных сталей.
33. Сущность, основные параметры и операции термообработки (отжиг, нормализация, закалка, отпуск).
34. Основные структурно-фазовые превращения в сталях при термообработке.
35. Превращение аустенита в феррито-цементитную смесь при охлаждении сталей. Диаграмма изотермического распада аустенита.
36. Превращение аустенита в мартенсит при быстром охлаждении сталей. Превращения при отпуске закалённых сталей.
37. Виды и способы закалки сталей.
38. Поверхностная закалка и химико-термическая обработка сталей.
39. Упругая и пластическая деформация материалов. Сдвигово-дислокационный механизм пластической деформации.
40. Развитие наклёпа под воздействием холодной пластической деформации.
41. Возврат и рекристаллизация металлов, подвергнутых пластической деформации.
42. Вязкое и хрупкое разрушение материалов.
43. Понятие о наноматериалах. Особенности наноразмерного состояния вещества.
44. Классификация нанообъектов.
45. Размерные эффекты и свойства нанообъектов.
46. Определение наночастицы.
47. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию, размерам и мерности.
48. Особенности термодинамических свойств наносред.
49. Структура наноразмерных материалов.

50. Характеристики дисперсности наноматериалов.
51. Поверхность, границы, морфология наноматериалов.
52. Электрические свойства наноматериалов.
53. Ферромагнитные характеристики наноматериалов.
54. Особенности тепловых свойств наноматериалов.
55. Оптические характеристики наносред.
56. Диффузия в наноматериалах.
57. Химические свойства наноматериалов.
58. Механические характеристики дисперсных сред.
59. Методы механического диспергирования.
60. Методы физического диспергирования.
61. Методы химического диспергирования.
62. Способы консолидации наноразмерных порошков.
63. Формирование наноматериалов по механизму "снизу-вверх".
64. Формирование наноматериалов по механизму "сверху-вниз".
65. Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов.
66. Методы получения наночастиц из паровой фазы.
67. Получение наночастиц в жидких средах.
68. Получение упорядоченных структур наночастиц.
69. Получение гибридных полимер-неорганических нанокомпозитов.
70. Методы получения упорядоченных наноструктур.
71. Эпитаксия металлоорганических соединений из газовой фазы.
72. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
73. Методы изучения свойств наноматериалов.
74. Исследование размерных характеристик.
75. Определение элементного и фазового состава наноматериалов.
76. Методы изучения поверхности.
77. Просвечивающая и растровая электронная микроскопия.
78. Электронная мессбаэровская и оже-спектроскопия.
79. Нанотехнологический комплекс.
80. Сканирующая туннельно-зондовая и атомно-силовая микроскопия.
81. Углеродные наноструктуры в наноэлектронике.
82. Фуллерены и углеродные нанотрубки.
83. Ленгмюровские молекулярные пленки.
84. Гибридные полимер-неорганические нанокомпозиты.
85. Наноструктурированные материалы.
86. Формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе.
87. Напряженные полупроводниковые гетероструктуры.
88. Зондовая нанотехнология.
89. Нанолитография.
90. Фундаментальные и прикладные аспекты наномедицины и нанобиологии.
91. Междисциплинарные области использования наноразмерных материалов и композитов.

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".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 4			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
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.	2	15
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.	3	15
Зачет	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;

- 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)

Все о материалах и материаловедении - <http://materiall.ru/>

Материаловедение - www.materialscience.ru

ЭБС ZNANIUM - <http://znanium.com/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	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 http://dic.academic.ru . Для активной работы во время лекционных занятий следует заранее ознакомиться с соответствующим разделом программы дисциплины, с рекомендованной литературой, а также просмотреть записи предыдущих лекций.
практические занятия	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.
лабораторные работы	При подготовке к лабораторным работам, а также в процессе их выполнения и оформления отчёта следует руководствоваться методическими указаниями к данным работам, которые имеются на кафедре материалов, технологий и качества НЧИ КФУ, а также в открытом доступе в сети Интернет (в частности, по адресу: https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F_643234044/Mikroskopicheskiy.metod.pdf?p_random=462119)
самостоятельная работа	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.
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.
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 5 вариантов ответа, из которых только один правильный. Если Вам кажется, что правильных ответов больше, выбирайте тот, который, на Ваш взгляд, наиболее точный, полный, правильный.
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.

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"

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.Б.16 Материаловедение и наноматериаловедение

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. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / под ред. А.И. Батышева, А.А. Смолькина. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 288 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - В пер. - ISBN 978-5-16-004821-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=397679>.
2. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Э.Л. Дзидзигури. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 368 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94117>.
3. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Старостин. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 434 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66203>.
4. Стуканов, В. А. Материаловедение: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. А. Стуканов. - Москва : ИД ФОРУМ : НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 368 с.: ил. - В пер. - ISBN 978-5-8199-0352-0. - Режим доступа : <http://znanium.com/bookread.php?book=430337>.

Дополнительная литература:

5. Андриевский, Р.А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы [Электронный ресурс] : монография / Р.А. Андриевский. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 255 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94128>.
6. Сироткин О. С. Основы инновационного материаловедения / О. С. Сироткин. - Москва: ИНФРА-М, 2011. - 158 с. - (Научная мысль; Материаловедение). - ISBN 978-5-16-004948-9. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=226469>.
7. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Д. Мишина [и др.] ; под ред. Сигова А.С.. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 187 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94113>.
8. Микроскопический метод исследования металлов и сплавов: методические указания к лабораторной работе / Составители: Акст Е.Р., Мухаметзянова Г.Ф., Запандова Н.Н. - Набережные Челны: НЧИ К(П)ФУ, 2015. - 27 с. - Режим доступа: https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F_643234044/Mikroskopicheskiy.metod.pdf?p_random=462119.
9. Материалы и методы нанотехнологий: Учебное пособие / Ремпель А.А., Валеева А.А., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, 2017. - 136 с.: ISBN 978-5-9765-3225-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=959235>.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.Б.16 *Материаловедение и наноматериаловедение*

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.