

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Е.И. Пряхин

Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НАНОСТРУКТУРНАЯ КЕРАМИКА И ПОЛИМЕРЫ

Уровень высшего образования:	<i>Магистратура</i>
Направление подготовки:	<i>22.04.01 Материаловедение и технологии материалов</i>
Направленность (профиль):	<i>Материаловедение и технологии наноматериалов и покрытий</i>
Квалификация выпускника:	<i>Магистр</i>
Форма обучения:	<i>очная</i>
Составитель:	<i>профессор, Пряхин Е.И.</i>

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Наноструктурная керамика и полимеры» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утвержденного приказом Минобрнауки России № 306 от 24.04.2018;
- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки «22.04.01 Материаловедение и технологии материалов» направленность (профиль) «Материаловедение и технологии наноматериалов и покрытий».

Составитель _____ профессор, д.т.н. Пряхин Е.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры материаловедения и технологии художественных изделий от 15.02.2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой _____ профессор, д.т.н. Е.И. Пряхин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

Цель дисциплины – изучение особенностей строения наноструктурной керамики и полимеров, их физических и механических свойств, технологических способов управления структурой керамических и полимерных наноматериалов и их свойствами.

Основные задачи дисциплины:

- научить магистранта основным технологическим процессам наноструктурирования керамических и полимерных материалов;
- научить управлять технологическими способами с целью получения определенных заданных физических и механических свойств;
- изучить области применения наноструктурных керамик и полимеров.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО.

Дисциплина «Наноструктурная керамика и полимеры» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» и изучается во 2 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Наноструктурная керамика и полимеры» являются «Материаловедение и технология современных и перспективных материалов»; «Теория электронного строения твердых тел».

Дисциплина «Наноструктурная керамика и полимеры» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Углеродные наноматериалы», «Проектирование технологических процессов формирования и обработки наноматериалов и покрытий», «Технологии и свойства керамических материалов», «Обеспечение стабильности свойств материалов и надежности конструкций».

Особенностью дисциплины является получение знаний в области структуры и свойств наноструктурной керамики и полимеров и основных технологических аспектов формирования структурных особенностей, а также управлением свойствами современных материалов.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ:

Процесс изучения дисциплины «Наноструктурная керамика и полимеры» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности.	ПКО-3	ПКО-3.2. Уметь анализировать данные о химическом составе и структуре материалов, способах их формирования.
		ПКО-3.3. Устанавливать связь состава, структуры и свойств материалов с технологическими и эксплуатационными свойствами.
		ПКО-3.4. Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности.

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материале	ПКО-7	ПКО-7.1. Оценивать соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам. Своевременно выявлять брак, анализируя его причины, предотвращать его появление.
		ПКО-7.2. Знать технологические процессы, оборудование и инструменты, контролируемые их параметры, нормы расхода материалов и сопутствующих веществ.
		ПКО-7.3. Составлять технологические карты процессов производства, обработки и модификации материалов и покрытий, деталей и изделий.
Способен анализировать технологии получения, обработки материалов и изделий из них; формулировать рекомендации по повышению конкурентоспособности выпускаемой продукции.	ПКР-4	ПКР-4.1. Знать основные технологии производства, обработки материалов и изделий из них, методы анализа и контроля качества продукции.
		ПКР-4.2. Уметь выполнять расчеты технологических параметров оборудования, анализировать и контролировать качество продукции.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объём дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётных единицы, 72ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак часы по семестрам
		2
Аудиторная работа, в том числе:	30	30
В том числе:		
Лекции	15	15
Практические занятия (ПЗ)	15	15
Семинары (С)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	42	42
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	12	12
Реферат	-	-
Подготовка к практическим занятиям	30	30
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак часы по семестрам
		2
Промежуточная аттестация – зачет		
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	72	72
зач. ед.	2	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1 Разделы дисциплин и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Объемные наноструктурированные керамические материалы»	22	5	3	-	14
Раздел 2 «Порошковые технологии компактирования материалов»	14	2	4	-	8
Раздел 3 «Функциональная керамика»	16	4	4	-	8
Раздел 4 «Наноструктурированные полимеры»	20	4	4	-	12
Итого:	72	15	15	-	42

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Введение. Понятие керамики. Структуро- и фазочувствительные материалы. Особенности объемных наноструктурированных керамических материалов. Роль границ зерен в данных материалах. Микро- и макроструктура порошкового компакта. Структура тройных стыков. Малоугловые и большеугловые границы. Объемная доля раздела поверхностей. Условия формирования наноструктуры материала. Агломераты наночастиц. Наноконпозиционная керамика на основе порошков алюминия и оксида алюминия.	5

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
2	Раздел 2	Холодное статическое прессование в закрытых пресс-формах. Горячее прессование. Изостатическое и квазиизостатическое прессование. Динамические, высокоэнергетические и импульсные методы прессования. Магнитноимпульсное прессование. Ультразвуковое прессование.	2
3	Раздел 3	Основные традиционные конструкционные керамические материалы. Пьезосегнетоэлектрическая керамика. Оптически прозрачная керамика. Высокопрозрачная керамика. Формование наноструктурной керамики. Наноструктурные композиты на основе керамики.	4
4	Раздел 4	Понятие полимеров и металлополимеров. Введение в полимерную матрицу металлических частиц. Композиты на основе политетрафторэтилена, модифицированные оксидными нанопорошками. Порошки фуллеренов и нанотрубок как эффективные модификаторы полимеров. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен с наполнителем из ультрадисперсного порошка ZnO ₂ . Огнестойкость пластмасс с диспергированными в них неорганическими наполнителями из наноразмерных порошков. Полимеры с наполнителями из нанодиамазов.	4
Итого			15

4.2.3. Практические занятия:

№ п/п	Разделы	Наименование практических работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Термодинамическое описание границы раздела фаз. Поверхностная энергия твердых тел. Расчет значений поверхностной энергии кристаллов различной химической природы	3
2.	Раздел 2.	Расчет свободной поверхностной энергии частиц ультрадисперсного порошка	2
		Определение скорости оседания частиц металлического порошка	2
3.	Раздел 3.	Влияние гранулометрического состава наполнителя на структуру и свойства пористой керамики	4
4.	Раздел 4.	Определение коэффициента диффузии мицелл при заданной температуре	2
		Изучение химических формул реагентов технологии детонационного синтеза. Изучение структуры поверхности нанодиамазов	2
Итого			15

4.2.4 Пример задач для РГР

Определить линейную, поверхностную и объемную степени диспергирования при получении ультрадисперсного порошка из частиц депозита, считая, что размер частиц ультрадисперсного порошка равен 50 нм и 1 мкм соответственно.

Согласно условию:

$$\alpha_1 = \frac{d_H}{d_k} = \frac{1 \cdot 10^3}{38} = 26,3; \quad \alpha_2 = \frac{B_H}{B_k} = \frac{\pi d_H^2}{\pi d_k^2} = \frac{(1 \cdot 10^3)^2}{38^2} = 0,693 \cdot 10^3;$$

$$\alpha_3 = \frac{B_H}{B_k} = \frac{6\pi d_H^3}{6\pi d_k^3} = \frac{(1 \cdot 10^3)^3}{38^3} = 0,182 \cdot 10^5;$$

Степень диспергирования равна: линейная – 26,3; поверхностная – $0,693 \cdot 10^3$; объемная – $0,182 \cdot 10^5$.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Объемные наноструктурированные керамические материалы

1. Что такое граница зерен?
2. От каких переменных зависит структура границ зерен в нанокерамике?
3. В каком случае границу называют малоугловой, а в каком – большеугловой?
4. Какова объемная доля поверхностей раздела в общем объеме материала?
5. Назовите особенности объемных наноструктурированных керамических материалов.
6. Какие методы консолидации применяются для подавления роста зерен спекаемых нанопорошков?

7. Опишите технологию получения керамических деталей с использованием эффекта сверхпластичности.
8. Назовите области применения объемных наноструктурированных керамических материалов.
9. От чего зависит деформация керамических агломератов?

Раздел 2. Порошковые технологии компактирования материалов

1. Для каких деталей не применимы методы изостатического прессования?
2. Чем квазиизостатическое прессование отличается от изостатического?
3. Какие методы прессования порошков относятся к динамическим?
4. В чем заключается метод сухого прессования керамических нанопорошков под ультразвуковым воздействием в квазирезонансных условиях?
5. Требуется ли механическая обработка изделия после применения магнитно-импульсного прессования?
6. Опишите микро- и макроструктуру порошкового компакта.
7. Каковы параметры для оценки качества нанопорошков?
8. В чем сущность процесса спекания нанопорошков?
9. Как предотвращают рекристаллизацию при создании нанопорошков?
10. Для чего применяется ультразвук в порошковых технологиях?

Раздел 3. Функциональная керамика

1. Назовите области применения прозрачной керамики.
2. В чем сущность понятия «прозрачная керамика»?
3. Перечислите основные факторы, влияющие на прозрачность керамики.
4. Приведите примеры высокопрозрачной керамики.
5. Опишите технологию изготовления оптических керамик.
6. Назовите перспективные методы получения оптических керамик.
7. Как светопропускание оптической керамики зависит от ее пористости?
8. Как применение ультразвука в процессе компактирования влияет на прозрачность керамики?
9. Как однородность микроструктуры влияет на электрофизические параметры пьезокерамики?

Раздел 4. Наноструктурированные полимеры

1. Какую структуру имеют полимерные наноматериалы?
2. Приведите пример супрамолекулярных материалов.
3. Какова структура металлополимерных наносистем?
4. Какую архитектуру имеют нанокompозиты на основе дендритных полимеров?
5. Назовите этапы супрамолекулярного синтеза.
6. Опишите процесс нанопечатной литографии.
7. В чем заключается особенность литографически индуцированной самосборки наноструктур?
8. На основе каких пленок изготавливают многослойные полимер-неорганические нанокompозиты?

6.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)

6.3.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к зачету (по дисциплине):

1. Что такое керамика?
2. Какие механические свойства повышаются при введении в органическое стекло наночастиц из керамики?
3. Приведите пример металломатричного наноструктурного композита.

4. Какие нанопорошки применяются для упрочнения алюминиевых сплавов?
5. Какая проблема керамик решается применением порошковых нанотехнологий?
6. Какой оксид придает керамике высокую трещиностойкость в сочетании с высокой твердостью?
7. Как модифицирование керамики влияет на ее свойства?
8. Что происходит при уменьшении размера частиц от 30 нм до 10 нм?
9. За счет чего нанокерамика может достаточно заметно пластически деформироваться?
10. Какую роль играют границы раздела в нанокерамике?
11. Почему для компактирования нанопорошков нельзя применить модели уплотнения обычного порошка?
12. Назовите наиболее распространенные методы для компактирования наноструктурных керамических составов.
13. Используется ли холодное статическое прессование в закрытых пресс-формах в условиях массового производства?
14. Изобразите типичную схему холодного прессования.
15. Какие функциональные зависимости раскрывают уравнения прессования?
16. Перечислите недостатки всех модификаций способа холодного прессования.
17. Что является эффективным способом понижения силы пристенного трения в методе холодного прессования?
18. Для каких типов нанокерамики эффективен метод горячего прессования?
19. Перечислите достоинства метода горячего прессования.
20. В чем заключается сущность процесса изостатического прессования?
21. Назовите основные традиционные конструкционные керамические материалы.
22. Какие дефекты существуют в функциональной керамике?
23. Объясните сущность понятия функциональный материал.
24. Что является исходным сырьем для пьезосегнетоэлектрической керамики?
25. Приведите области применения пьезосегнетоэлектрической керамики.
26. В чем заключаются особенности мелкозернистой пьезокерамической керамики?
27. Перечислите критические характеристики при получении пьезокерамики.
28. Как диэлектрическая проницаемость зависит от морфологии пор и размера зерна в нанокерамике?
29. Какую структуру имеет оптически прозрачная керамика?
30. Что такое металлополимер?
31. Для чего в полимерную матрицу вводят металлические частицы?
32. Какими свойствами обладают композиты на основе политетрафторэтилена, модифицированные оксидными нанопорошками?
33. Назовите эффективные модификаторы полимеров.
34. Как синтезируются наноалмазы, применяющиеся для модификации полимерных матриц?
35. Каким характерным свойством обладают пластмассы с диспергированными в них неорганическими наполнителями из наноразмерных порошков?
36. Перечислите достоинства полимеров с наполнителями из наноалмазов.
37. Приведите примеры матриц, пригодных для введения в них наноалмазов.
38. Назовите этапы детонационного синтеза.

6.3.2. Примерные тестовые задания к зачету

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Каков минимальный размер структурных элементов нанокерамики и полимеров?	1. $(0,1 - 1,0) \cdot 10^{-9}$ нм 2. $(0,1 - 1,0) \cdot 10^9$ м 3. $(1 - 10) \cdot 10^{-9}$ см 4. $(100 - 1000) \cdot 10^{-9}$ нм

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2.	Каков максимальный размер структурных элементов нанокерамики и полимеров?	1. 1 нм 2. 10 нм 3. 100 нм 4. 1000 нм
3.	Путем использования ультрадисперсных материалов является применение их:	1. в виде порошка 2. в форме компактов 3. в литой форме 4. 1 и 2
4.	Для чего не применяют порошки?	1. Для модифицирования литых сплавов 2. Как наполнитель пластмасс 3. Для нанесения покрытий 4. Для деформирования стали
5.	Что вводится в состав органических стекол для повышения их твердости и прочности?	1. Наночастицы из керамики 2. Наночастицы из полимеров 3. Кластеры марганца 4. Нанокластеры железа
6.	Какие частицы перспективны для упрочнения алюминиевых сплавов?	1. нановолокна оксида алюминия 2. нановолокна карбида кремния 3. нановолокна бориды натрия 4. 1 и 2
7.	Какая проблема свойств керамик успешно решается применением порошковых нанотехнологий?	1. Хрупкость керамик 2. Коррозия керамик 3. Пирофорность керамик 4. Пластичность керамик
8.	Полиморфные превращения кварца сопровождаются:	1. изменением температуры и давления. 2. изменением объема и структуры 3. изменением объема и температуры. 4. изменением давления и структуры.
9.	Пироскоп – это прибор для:	1. определения давления. 2. определения температуры плавления. 3. определения влажности. 4. определения коэффициента термического расширения.
10.	Каолин – это глина:	1. беложгущаяся. 2. темножгущаяся. 3. красножгущаяся. 4. желтожгущаяся.
11.	К плавням относится:	1. Al_2O_3 . 2. $Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 2H_2O$. 3. $Al_2O_3 \cdot SiO_3$. 4. $CaCO_3$.
12.	Гипс используется в качестве:	1. плавня. 2. отошающего материала. 3. непластичного материала. 4. вспомогательного материала.
13.	Формула мела:	1. $MgCO_3$. 2. $CaCO_3$. 3. Na_2CO_3 . 4. K_2CO_3 .
14.	Красящим оксидом является:	1. Na_2O . 2. Al_2O_3 . 3. MgO . 4. Fe_2O_3 .

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
15.	Укажите оксиды, которые понижают температуру обжига:	1. K_2O , CaO . 2. Al_2O_3 , SiO_2 . 3. SiO_2 , Na_2O . 4. Al_2O_3 , K_2O .
16.	Глина, обладающая самой низкой пластичностью:	1. гидрослюда. 2. монтмориллонит. 3. глинистое вещество. 4. каолин.
17.	Чему способствует уменьшение размеров кристаллитов для многих типов керамик?	1. повышению трещиностойкости 2. повышению ударной вязкости 3. повышению высокотемпературной пластичности 4. все перечисленные
18.	Благодаря созданию каких новых нанокomпозитов расширился спектр конструкционных применений керамик?	1. керамика-керамика и керамика- металл 2. керамика-нитрид и керамика- металл 3. керамика-керамика и керамика- неметалл 4. нет правильных ответов
19.	Каким методом получают нанополимер?	1. Карбонильный синтез 2. Метод восстановления оксидов 3. Золь–гель технология 4. Пластическая деформация
20.	Что является основой многослойных полимерноорганических нанокomпозитов?	1. Пленки Ленгмюра-Блоджетта 2. Алюмосиликатные цеолиты 3. Оксиды 4. Силикагель

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	На сколько градусов может быть расширена область термической стабильности высоких механических свойств алюминий-мартичных материалов при использовании в них нановолокон?	1. Ввод нановолокон не влияет на термическую стабильность 2. На $200\text{ }^\circ\text{C}$ 3. На $50\text{ }^\circ\text{C}$ 4. На $1000\text{ }^\circ\text{C}$
2.	Почему прозрачность органического стекла не ухудшается при введении в него наночастиц из керамики?	1. Так как размер отдельных наночастиц многократно меньше длины волны светового излучения 2. Так как размер отдельных наночастиц многократно больше длины волны светового излучения 3. Так как размер отдельных наночастиц примерно равен длине волны светового излучения 4. Так как размер отдельных наночастиц примерно равен частоте волны светового излучения
3.	Использование какого композиционного нанопорошка позволяет получить наноструктурный композит керамика–керамика?	1. оксид алюминия и оксид циркония 2. оксид железа и оксид циркония 3. оксид железа и оксид марганца 4. 2 и 3
4.	Какое свойство придают кристаллиты оксида циркония керамике?	1. высокую коррозионную стойкость 2. высокую трещиностойкость 3. высокую твердость 4. высокую электропроводность

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
5.	При затворении водой меньше всех набухает:	1. гидрослюда. 2. каолин. 3. монтмориллонит. 4. глинистое вещество.
6.	Гидролизованная глиняная частица называется:	1. каолинит. 2. муллит. 3. мицелла. 4. монтмориллонит.
7.	Влажность пластичной массы составляет:	1. 4-8%. 2. 14-25%. 3. 29-33%. 4. 15-20%.
8.	Вода, не входящая в состав мицеллы, называется:	1. механически связанная. 2. адсорбционная. 3. свободная. 4. кристаллизационная.
9.	В качестве электролита используют:	1. Na_2SiO_3 2. Na_2CO_3 . 3. Li_2SiO_3 . 4. Li_2CO_3 .
10.	К механическим свойствам глин относятся:	1. воздушная усадка. 2. огневая усадка. 3. набухание 4. 4. пластичность.
11.	Температура плавления тугоплавких глин составляет (°C):	1. 1580-1650. 2. 1350-1580. 3. 1500-2000. 4. 1100-1200.
12.	Какой этап пропущен в цепочке технологий «синтез нанопорошков –...– спекание»?	1. Формование 2. Размол 3. Закалка 4. Отжиг
13.	Параметр нанопорошков, который очень важен для оценки их качества – это...?	1. средний размер частиц 2. спектр распределения частиц по размерам 3. агрегируемость 4. все перечисленные
14.	Параметр нанопорошков, который очень важен для оценки их качества и существенно зависит от метода получения – это...	1. средний размер частиц 2. спектр распределения частиц по размерам 3. агрегируемость 4. пирофорность
15.	Какова особенность нанопорошков?	1. при малых размерах они имеют высокую активность к объединению друг с другом 2. при больших размерах они имеют высокую активность к объединению друг с другом 3. при равных размерах они имеют высокую активность к объединению друг с другом 4. 2 и 3
16.	Агрегаты которые разрушить, если поместить в жидкость и разбить ультразвуком – это...	1. Слабые агрегаты 2. Прочные агрегаты 3. Ультразвуковые агрегаты 4. Ультразвуковые кластеры

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17.	На основе каких оксидов в лабораторных исследованиях получены образцы изделий из нанофазной керамики с плотностью на уровне 0,98–0,99 от теоретического значения?	1. оксидов натрия 2. оксидов алюминия 3. нитридов алюминия 4. карбидов натрия
18.	Для достижения высокой прочности и особенно трещиностойкости керамических материалов используют эффекты, связанные с полиморфным превращением диоксида циркония из метастабильной тетрагональной модификации в	1. гексагональную плотноупакованную 2. ОЦК 3. стабильную ГЦК 4. стабильную моноклинную
19.	Простой и быстрый метод производства тонких пленок из блок-сополимеров включает в себя такой процесс, как...	1. отжиг 2. закалка 3. естественное старение 4. искусственное старение
20.	Для производства материалов с высокой адсорбирующей способностью применяют ксерогели, содержащие внутри полимерной матрицы...	1. наночастицы аморфного никеля 2. наночастицы аморфного кремнезема 3. наночастицы кристаллического никеля 4. 1 и 2

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какое свойство придают кристаллиты оксида алюминия керамике?	1. высокую коррозионную стойкость 2. высокую трещиностойкость 3. высокую твердость 4. высокую электропроводность
2.	Какие функциональные материалы керамики применяют в качестве резисторов?	1. LaB_6 , Y_2O_3 2. ZrO_2 , ZrC 3. NbC , SiC 4. TiB_2 , Si_3N_4
3.	Ввод какого количества оксида циркония наряду с оксидом алюминия позволяет получить наноструктурный композит керамика–керамика?	1. около 10 масс. % 2. около 1 масс. % 3. около 50 масс. % 4. около 0,1 масс. %
4.	Какие наиболее распространенные в настоящее время типы сегнетоэлектрической керамики?	1. титанат бария 2. цирконат-титанат свинца 3. карбид ниобия 4. 1 и 2
5.	Какой параметр не является критической характеристикой при получении пьезокерамики?	1. плотность керамики 2. относительная диэлектрическая проницаемость 3. механическая добротность 4. работа выхода
6.	Какой недостаток пьезокерамических порошков решается традиционными методами формования с использованием большого содержания пластификаторов?	1. плохая формуемость 2. высокая жесткость 3. низкая прочность прессовок 4. все перечисленные
7.	Какой этап пропущен в цепочке технологий «...– формование – спекание»?	1. закалка нанопорошков 2. отжиг нанопорошков 3. синтез нанопорошков 4. легирование нанопорошков

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
8.	Если при сушке какая-то часть изделия отломится или образуются трещины, то:	<ol style="list-style-type: none"> 1. место излома увлажняют, на него наносят тонкий слой шликера и обе части плотно прижимают. 2. место излома смачивают водой до размягчения, дают немного подсохнуть и обе части плотно прижимают. 3. место излома смазывают резиновым клеем, дают немного подсохнуть и обе части плотно прижимают. 4. отправляют на обжиг, а после склеивают.
9.	Какое утверждение верно: адсорбционная вода...	<ol style="list-style-type: none"> 1. кипит при $t = 100^{\circ}\text{C}$. 2. замерзает при $t = 0^{\circ}\text{C}$. 3. ее молекулы свободно двигаются. 4. кипит при $t > 100^{\circ}\text{C}$.
10.	Полная усадка керамики составляет:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2-8%. 2. 5-11%. 3. 5-18%. 4. 0-7%.
11.	Дегидратация глинистых минералов происходит на стадии:	<ol style="list-style-type: none"> 1. формования. 2. сушки. 3. обжига. 4. отощения глины.
12.	Просвечивающий черепок имеет:	<ol style="list-style-type: none"> 1. фаянс. 2. фарфор. 3. майолика. 4. гончарка.
13.	Кристаллизационная вода испаряется при температуре ($^{\circ}\text{C}$):	<ol style="list-style-type: none"> 1. 200-300. 2. 300-400. 3. 400-500. 4. 500-600.
14.	Водопоглощение фарфора составляет:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1-2%. 2. 2-5%. 3. 12-17%. 4. 9-14%.
15.	Температура утильного обжига для фарфора составляет ($^{\circ}\text{C}$):	<ol style="list-style-type: none"> 1. 100-1100. 2. 1350-1400. 3. 1250-1280. 4. 850-1000.
16.	Какие керамические материалы не отличаются дороговизной исходного сырья, сложностью технологического процесса, требующего специального оборудования?	<ol style="list-style-type: none"> 1. на основе окислов иттрия и магния 2. на основе двуокси циркония 3. на основе алюмомагнезиальной шпинели 4. на основе окиси алюминия
17.	Основными факторами, существенно влияющими на прозрачность керамики не являются:	<ol style="list-style-type: none"> 1. кристаллическая многофазность 2. взаимное расположение кристаллов 3. наличие стекловидной и газовой фаз 4. коррозия керамики

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
18.	Укажите правильную последовательность цепочки технологий:	1. синтез нанопорошков – формование – закалка – спекание 2. синтез нанопорошков – формование – спекание 3. синтез нанопорошков – формование – закалка 4. синтез нанопорошков – закалка – спекание – формование
19.	Какую технологию используют для получения оксидной керамики в виде полимера?	1. Микроэмульсионный метод 2. Золь-гель процесс 3. Метод жидкофазного восстановления 4. Метод гидротермального синтеза
20.	При взаимодействии каких растворов получают оксидную керамику в виде полимера?	1. Растворов алкоксидов 2. Растворов фенола 3. Растворов переходных металлов 4. Растворов этанола

6.4. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий зачета:

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Не зачтено
51-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко ; под редакцией Е. И. Пряхина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-5373-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149303> (дата обращения: 05.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Дзидзигури, Э.Л. Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Э.Л. Дзидзигури, Е.Н. Сидорова. Электрон. дан. – М.: МИСИС, 2012. – 71 с.

<https://e.lanbook.com/book/47445>

3. Нанотехнологии и специальные материалы [Текст] : учеб. пособие для вузов / Ю. П. Солнцев [и др.] ; под ред. Ю. П. Солнцева. – СПб. : Химиздат, 2009. – 334 с.

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081772.html>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Андриевский Р. А. Наноструктурные материалы [Текст]: учеб. пособие для вузов / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. – М.: Академия, 2005. – 178 с.

2. Введение в нанотехнологию [Электронный ресурс]: учеб. / В.И. Марголин [и др.]. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2012. – 464 с.

<https://e.lanbook.com/book/4310>

3. Кормилицын О. П. Механика материалов и структура нано- и микротехники [Текст] : учеб. пособие для вузов / О. П. Кормилицын, Ю. А. Шукейло. - М.: Академия, 2008. – 215 с.

4. Макаров Н.А. Прозрачная керамика на основе оксида иттрия с добавкой оксида эрбия для лазерной техники. [Электронный ресурс] / Н.А. Макаров, Д.О. Лемешев, К.И. Иконников, Л.Ф. Макаревич. – Электрон. дан. // Успехи в химии и химической технологии. – 2011. – № 6(122) том 25. – С. 28-36

<http://e.lanbook.com/journal/issue/292874>

5. Твёрдость и трещиностойкость наноструктурных керамик: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О.Л. Хасанов [и др.]. – Электрон. дан. – Томск : ТПУ, 2014. – 151 с.

<https://e.lanbook.com/book/62932>

6. Хасанов О. Л. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.Л. Хасанов [и др.]. - Эл. изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 269 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=500953>

7. Эффекты мощного ультразвукового воздействия на структуру и свойства наноматериалов: учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О.Л. Хасанов [и др.]. – Электрон. дан. – Томск: ТПУ, 2009. – 148 с. <https://e.lanbook.com/book/10364>

8. Сырков А. Г. Нанотехнология и наноматериалы. Поверхностно-наноструктурированные металлы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Г. Сырков. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. - 104 с.
http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%9088224%2F%D0%A1%2095%2D110989327<.>

9. Кацнельсон М. Ю. Полимерные материалы : свойства и применение [Электронный ресурс] : справочник / М. Ю. Кацнельсон, Г. А. Балаев. - Л. : Химия, 1982. - 316 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=35%D1%8F2%2F%D0%9A308%2D537752<.>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Пряхин Е.И.. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Наноструктурная керамика и полимеры».

7.2. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

2. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

3. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

4. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

5. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.

6. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

7. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.

9. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Материально-техническое оснащение аудиторий

Аудитории для проведения лекционных занятий

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1 шт., ПЭВМ Кей P911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожзаменитель - 23 шт.

Аудитории для проведения практических занятий

23 посадочных места Металлографический комплекс-1шт, микроскоп Метам РВ-22 (5) – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 – 1 шт., микроскоп металлографический ЛабоМет-1 бинокляр – 1 шт., ноутбук HP Compaq 615 VC288EA – 1 шт., проектор изображения 1928 T2G – 1 шт., проектор NEC M363W – 1 шт., твердомер по Рюквеллу 210HR-150 – 1 шт., экран настенный 178×178 - 1 шт., компьютер HP 6200 Pro – 3 шт., ПЭВМ P11 – 1 шт., ПЭВМ Кей P911 – 1 шт., стол аудиторный - 10 шт., стол компьютерный 1100×600×750 - 6 шт., стул черный кожзаменитель - 23 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

13 посадочных мест. Мебель: стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт.

Компьютерная техника:

АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

- Центр новых информационных технологий и средств обучения:
- персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»);
- монитор – 4 шт.;
- сетевой накопитель – 1 шт.;
- источник бесперебойного питания – 2 шт.;
- телевизор плазменный Panasonic – 1 шт.;
- точка Wi-Fi – 1 шт.;
- паяльная станция – 2 шт.;
- дрель – 5 шт.;
- перфоратор – 3 шт.;
- набор инструмента – 4 шт.;
- тестер компьютерной сети – 3 шт.;
- баллон со сжатым газом – 1 шт.;
- паста теплопроводная – 1 шт.;
- пылесос – 1 шт.;

- радиостанция – 2 шт.;
- стол – 4 шт.;
- тумба на колесиках – 1 шт.;

- подставка на колесиках – 1 шт.;
- шкаф – 5 шт.;
- кресло – 2 шт.;
- лестница Alve - 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Professional
- Microsoft Office 2007 Professional Plus Microsoft Open License 46431107
- Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959
- Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1 с возможностью доступа к сети «Интернет»
- Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Office 2010 Standard (Microsoft Open License 60799400)
- Microsoft Open License 60853086
- Kaspersky antivirus 6.0.4.142