

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра материаловедения в машиностроении

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Наноструктурированные керамические материалы

Образовательная программа: 28.03.02 Наноинженерия, профиль: Наноинженерия в машиностроении

Курс: 4, семестр : 8

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	49
4	Лекции, час.	12
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	24
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	11
10	Самостоятельная работа, час.	95
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.03.02 Наноинженерия

ФГОС введен в действие приказом №1414 от 03.12.2015 г. , дата утверждения: 31.12.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 28.03.02 Наноинженерия

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ММ, протокол заседания кафедры №6/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Стукачева Н. С.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Батаев В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Батаев В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования; в части следующих результатов обучения:
з39. знать свойства и области применения нанодисперсных порошковых, фуллереновых, аморфных, наноструктурных твердых, жидких и гель-образных материалов, наноразмерных элементов и объектов, наносистем (гетероструктур)
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов; в части следующих результатов обучения:
у10. уметь разрабатывать технологию испытаний, проектировать оснастку и оценивать точность и достоверность полученных результатов
Компетенция ФГОС: ПК.2 готовность в составе коллектива исполнителей участвовать во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики; в части следующих результатов обучения:
у10. уметь подбирать наноструктуры и методы их производства для реализации нанообъектов с заданными характеристиками под конкретные требования

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Наноструктурированные керамические материалы	
ОПК.1.з39 знать свойства и области применения нанодисперсных порошковых, фуллереновых, аморфных, наноструктурных твердых, жидких и гель-образных материалов, наноразмерных элементов и объектов, наносистем (гетероструктур)	
1.знать технологические операции производства керамических материалов и изделий	Лекции; Самостоятельная работа
2.знать свойства нанодисперсных порошковых, жидких и гель-образных материалов, используемых в технологии керамического производства, и способы их изменения	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.1.у10 уметь разрабатывать технологию испытаний, проектировать оснастку и оценивать точность и достоверность полученных результатов	
3.уметь определять физические, механические, эксплуатационные свойства керамических материалов и изделий	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.2.у10 уметь подбирать наноструктуры и методы их производства для реализации нанообъектов с заданными характеристиками под конкретные требования	
4.знать классификацию керамических материалов и области их применения	Лекции; Самостоятельная работа
5.иметь представление о влиянии состава и режимов получения керамики на формирование структуры и свойств	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 8			
Дидактическая единица: Классификация, свойства, применение керамических материалов			
1. Классификация (виды) технической керамики. Состав керамических материалов	0	1	3, 4

2. Физико-механические свойства технической керамики	0	1	4
Дидактическая единица: Технология производства наноструктурированной керамики			
3. Общая технологическая схема изготовления керамических материалов	0	2	1
4. Тонкое измельчение материалов: процессы происходящие при измельчении; применяемое оборудование	0	2	1, 2, 5
5. Формирование керамических изделий: способы (прессование, литье), применяемое оборудование	0	3	1, 2, 5
6. Термическая обработка в керамическом производстве. Обжиг технической керамики: виды обжигов (удаление связки, окончательный и т.п.); режимы обжигов; виды и характеристики печей. Спекание технической керамики: виды спекания; физико-химические процессы протекающие при спекании	0	3	1, 2, 5

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Технология производства наноструктурированной керамики				
1. Синтез порошковых керамических материалов методом жидкофазного осаждения и золь-гель технологией	2	4		Знакомство с методами синтеза порошковых материалов, сравнительный анализ эффективности этих процессов, оценка свойств синтезированных материалов
2. Твердофазные реакции в керамическом производстве	2	4		Разработка режимов твердофазных реакций получения керамического материала заданного состава.
3. Формирование керамических изделий методом шликерного литья	2	4		Приобретение навыков диспергирования суспензии и изменения ее физических свойств. выбор режимов спекания изделия. Оценка параметров процесса шликерного литья на характеристики изделия. Приобретение общих представлений о технологии шликерного литья
4. Получение керамических изделий методом сухого формования	2	4		Установление зависимости параметров процесса формования на структуру и свойства изделия из керамики
5. Разработка режимов спекания	2	4		Назначение режимов спекания керамического материала. Установление зависимости параметров процесса на структуру и свойства керамического материала

6. Проведение испытаний керамических материалов. Определение дефектов керамических изделий. Установление зависимости параметров технологического процесса на структуру и свойства керамики	2	4		Оценка механических характеристик керамического материала
--	---	---	--	---

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	РГЗ	1, 4, 5	70	7
: Никулина А. А. Инновационные технологии производства наноструктурированной керамики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина, А. И. Смирнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185258 . - Загл. с экрана. Никулина А. А. Технология производства алюмооксидной керамики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185267 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5	25	2
: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 4, 5	0	2
: Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail; Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Лекция в форме дискуссии
Краткое описание применения:	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 8		
Подготовка к занятиям:	9	18
Контролирующие материалы (тесты) приводятся в "Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042 "		
Лекция №1: Классификация (виды) технической керамики. Состав керамических материалов	0	1
Контролирующие материалы приводятся в "Никулина А. А. Инновационные технологии производства наноструктурированной керамики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина, А. И. Смирнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185258 . - Загл. с экрана."		
Лекция №2: Физико-механические свойства технической керамики	0	1
Контролирующие материалы приводятся в "Никулина А. А. Инновационные технологии производства наноструктурированной керамики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина, А. И. Смирнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185258 . - Загл. с экрана."		
Лекция №3: Общая технологическая схема изготовления керамических материалов	0	1
Контролирующие материалы приводятся в "Никулина А. А. Инновационные технологии производства наноструктурированной керамики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина, А. И. Смирнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185258 . - Загл. с экрана."		
Лекция №4: Тонкое измельчение материалов: процессы происходящие при измельчении; применяемое оборудование	0	1
Контролирующие материалы приводятся в "Никулина А. А. Инновационные технологии производства наноструктурированной керамики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина, А. И. Смирнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185258 . - Загл. с экрана."		
Лекция №5: Формирование керамических изделий: способы (прессование, литье), применяемое оборудование	0	1
Контролирующие материалы приводятся в "Никулина А. А. Инновационные технологии производства наноструктурированной керамики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина, А. И. Смирнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185258 . - Загл. с экрана."		
Лекция №6: Термическая обработка в керамическом производстве. Обжиг технической керамики: виды обжигов (удаление связки, окончательный и т.п.); режимы обжигов; виды и характеристики печей. Спекание технической керамики: виды спекания; физико-химические процессы прот	0	1
Контролирующие материалы приводятся в "Никулина А. А. Инновационные технологии производства наноструктурированной керамики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина, А. И. Смирнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185258 . - Загл. с экрана."		
Лабораторная №2: Синтез порошковых керамических материалов методом жидкофазного осаждения и золь-гель технологией	0	6
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Иванов Н.Б. Теория и технология процессов прессования ЭНМ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванов Н.Б., Евсеева Т.П., Александров В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 130 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62303.html .— ЭБС «IPRbooks»"		
Лабораторная №3: Твердофазные реакции в керамическом производстве	0	6
Контролирующие материалы приводятся в "Иванов Н.Б. Теория и технология процессов прессования ЭНМ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванов Н.Б., Евсеева Т.П., Александров В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 130 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62303.html .— ЭБС «IPRbooks»"		

Лабораторная №4: Твердофазные реакции в керамическом производстве	0	6
Контролирующие материалы приводятся в "Иванов Н.Б. Теория и технология процессов прессования ЭНМ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванов Н.Б., Евсеева Т.П., Александров В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 130 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62303.html .— ЭБС «IPRbooks»"		
Лабораторная №5: Получение керамических изделий методом сухого формования	0	6
Контролирующие материалы приводятся в "Иванов Н.Б. Теория и технология процессов прессования ЭНМ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванов Н.Б., Евсеева Т.П., Александров В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 130 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62303.html .— ЭБС «IPRbooks»"		
Лабораторная №6: Разработка режимов спекания	0	6
Контролирующие материалы приводятся в "Иванов Н.Б. Теория и технология процессов прессования ЭНМ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванов Н.Б., Евсеева Т.П., Александров В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 130 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62303.html .— ЭБС «IPRbooks»"		
Лабораторная №7: Проведение испытаний керамических материалов. Определение дефектов керамических изделий. Установление зависимости параметров технологического процесса на структуру и свойства керамики	0	6
Контролирующие материалы приводятся в "Иванов Н.Б. Теория и технология процессов прессования ЭНМ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванов Н.Б., Евсеева Т.П., Александров В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 130 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62303.html .— ЭБС «IPRbooks»"		
РГЗ:	10	20
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Изучение текстуры дисперсных и пористых материалов методом низкотемпературной адсорбции азота : методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Инструментальные методы анализа" для МТФ по направлению 241000 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / Новосибир. гос. техн. ун-т ; сост.: В. В. Шинкарев и др.]. - Новосибирск, 2012. - 32, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177044 "		
Зачет:	10	20
Контролирующие материалы (тесты) приводятся в "Иванов Н.Б. Теория и технология процессов прессования ЭНМ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванов Н.Б., Евсеева Т.П., Александров В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 130 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62303.html .— ЭБС «IPRbooks»"		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ОПК.1	з39. знать свойства и области применения нанодисперсных порошковых, фуллереновых, аморфных, наноструктурных твердых, жидких и гель-образных материалов, наноразмерных элементов и объектов, наносистем (гетероструктур)	+	+
ПК.1	у10. уметь разрабатывать технологию испытаний, проектировать оснастку и оценивать точность и достоверность полученных результатов		+
ПК.2	у10. уметь подбирать наноструктуры и методы их производства для реализации нанообъектов с заданными характеристиками под конкретные требования	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Алымов М. И. Порошковая металлургия нанокристаллических материалов / М. И. Алымов ; Рос. акад. наук, Ин-т металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова. - М., 2007. - 167, [1] с. : ил.
2. Гордин Ю. А. Неметаллические материалы : учебное пособие / Ю. А. Гордин, Г. В. Чумаченко, С. Н. Молдавский ; Дон. гос. техн. ун-т. - Ростов-на-Дону, 2013. - 136 с.

3. Никулина А. А. Инновационные технологии производства наноструктурированной керамики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина, А. И. Смирнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185258. - Загл. с экрана.
4. Никулина А. А. Технология производства алюмооксидной керамики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Никулина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185267. - Загл. с экрана.
5. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.Л. Хасанов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 270 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24138.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная литература

1. Гегузин Я. Е. Физика спекания / Я. Е. Гегузин. - М., 1984. - 310, [1] с.
2. Шевченко В. Я. Введение в техническую керамику / В. Я. Шевченко. - М., 1993. - 112 с. : ил.
3. Порошковая металлургия. Спеченные и композиционные материалы / [Б. Финдайзен и др.] ; под ред. В. Шатта ; пер. с нем. А. К. Натансона, В. Ф. Горева ; под ред. Р. А. Андриевского. - М., 1983. - 519 с. : ил., табл.
4. Андриевский Р. А. Порошковое материаловедение : [монография] / Р. А. Андриевский. - Москва, 1991. - 203, [1] с. : ил., схемы
5. Ceramic Interconnect Technology : Handbook / ed. by Fred D. Barlow III, Aicha Elshabini. - New York, 2007. - 441 p. : ill.. - Пер. загл.: Керамические технологии : справочник.
6. Кайнарский И. С. Корундовые огнеупоры и керамика (научные основы, технология и свойства) / И. С. Кайнарский, Э. В. Дегтярева, И. Г. Орлова. - М., 1981. - 166, [1] с. : ил., табл.
7. Сыркин Л. Н. Пьезомагнитная керамика / Л. Н. Сыркин. - Л., 1980. - 204, [1] с. : ил.
8. Пористая конструкционная керамика / [Ю. Л. Красулин и др.] ; под ред. Ю. Л. Красулина. - М., 1980. - 98, [1] с. : ил.
9. Актуальные проблемы порошковой металлургии : [монография] / [Роман О. В., Аруначалам В. С., Федорченко И. М. и др.] ; под ред. О. В. Романа, В. С. Аруначалама. - М., 1990. - 231, [1] с. : ил.. - Авт. указаны в огл.
10. Порошковая металлургия и высокотемпературные материалы / под ред. П. Рамакришнана ; пер. с англ. А. Н. Штейнберга. - Челябинск, 1990. - 348 с. : ил., табл.
11. Генералов М. Б. Механика твердых дисперсных сред в процессах химической технологии : учебное пособие для вузов / М. Б. Генералов ; Моск. гос. ун-т инженерной экологии. - Калуга, 2002. - 588, [1] с. : ил.
12. Горбачев В. А. Термические микронапряжения в спеках / В. А. Горбачев, С. В. Шаврин ; Акад. наук СССР, Урал. науч. центр, Ин-т металлургии. - Москва, 1982. - 77, [2] с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Изучение текстуры дисперсных и пористых материалов методом низкотемпературной адсорбции азота : методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу "Инструментальные методы анализа" для МТФ по направлению 241000 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. В. Шинкарев и др.]. - Новосибирск, 2012. - 32, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177044
2. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042
3. Иванов Н.Б. Теория и технология процессов прессования ЭНМ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванов Н.Б., Евсеева Т.П., Александров В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 130 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62303.html>.— ЭБС «IPRbooks»

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	DIL 402 E NETZSCH дилатометр для проведения термического анализа материалов в диапазоне 20...2000 оС	Исследование спекания, термического расширения, фазовых переходов и точного определения коэффициент термического расширения материалов
2	Установка рентгеноструктурного анализа материалов ARL XTRA Установка рентгеноструктурного анализа материалов ARL XTRA Установка рентгеноструктурного анализа материалов ARL XTRA	Оборудование для проведения рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа; Оборудование для проведения специальных дифракционных исследований; Оборудование для проведения специальных дифракционных исследований; Обеспечение стабильной работы аналитического оборудования
3	Весы аналитические Pioneer PA 214C в комплекте	статическое определение массы веществ и материалов с высокой точностью результатов
4	Ванна ультразвуковая WUC-A01H 1,2л	Установка для ультразвуковой очистки образцов
5	Пресс Скамекс REF 07MI	Формование полимерных композиционных материалов

6	Измерительный микроскоп Nikon MM-400/LMT	Микроскоп позволяет проводить высокоточные измерения. Особенно удобен при проведении Z-осевых измерений и работы с большими образцами
7	Электропечь лабораторная SNOL 300/600 с термопарой типа "K"	Электрическая печь для нагрева, выдержки и охлаждения материалов
8	Шлифовально-полировочный станок LABOPOL5 в комплекте	пробоподготовка для исследований на световом микроскопе, оценки микротвердости
9	Электропечь лабораторная SNOL 7.2/1100 с термопарой типа "ТХА"	Электрическая печь для нагрева, выдержки и охлаждения материалов
10	Горизонтальная бисерная мельница NETZSCG-LMK 4	Установка для диспергирования керамических суспензий
11	Шкаф вытяжной ЛАБ-1500ШВ-Н	лабораторное оборудование, представляющее собой закрытую камеру с вытяжной вентиляцией для работы с летучими вредными веществами. Согласно классификации вентиляционного оборудования является полуоткрытым местным отсосом, предназначенным для проведения технологических процессов в лабораторных условиях
12	Система универсальная электромеханическая тип Instron 3369 в комплекте	Оборудование для проведения механических испытаний керамических образцов.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра материаловедения в машиностроении

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н., доцент В.В. Янпольский
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Наноструктурированные керамические материалы

Образовательная программа: 28.03.02 Наноинженерия, профиль: Наноинженерия в машиностроении

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Наноструктурированные керамические материалы приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования	з39. знать свойства и области применения нанодисперсных порошковых, фуллереновых, аморфных, наноструктурных твердых, жидких и гель-образных материалов, наноразмерных элементов и объектов, наносистем (гетероструктур)	Общая технологическая схема изготовления керамических материалов Термическая обработка в керамическом производстве. Обжиг технической керамики: виды обжигов (удаление связки, окончательный и т.п.); режимы обжигов; виды и характеристики печей. Спекание технической керамики: виды спекания; физико-химические процессы протекающие при спекании Тонкое измельчение материалов: процессы происходящие при измельчении; применяемое оборудование Формирование керамических изделий: способы (прессование, литье), применяемое оборудование	РГЗ, раздел 3	Зачет, вопросы 1-6, 16-20, 32-36
ПК.1/НИИ способность в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик макетов	у10. уметь разрабатывать технологию испытаний, проектировать оснастку и оценивать точность и достоверность полученных результатов	Классификация (виды) технической керамики. Состав керамических материалов		Зачет, вопросы 7-9, 21-26, 37-40
ПК.2/НИИ готовность в составе коллектива исполнителей участвовать во внедрении результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики	у10. уметь подбирать наноструктуры и методы их производства для реализации нанообъектов с заданными характеристиками под конкретные требования	Классификация (виды) технической керамики. Состав керамических материалов Термическая обработка в керамическом производстве. Обжиг технической керамики: виды обжигов (удаление связки, окончательный и т.п.); режимы обжигов; виды и характеристики печей. Спекание технической керамики: виды спекания;	РГЗ, разделы 1, 2, 4	Зачет, вопросы 10-15, 27-31

		физико-химические процессы протекающие при спекании Тонкое измельчение материалов: процессы происходящие при измельчении; применяемое оборудование Физико-механические свойства технической керамики Формирование керамических изделий: способы (прессование, литье), применяемое оборудование		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.1/НИИ, ПК.2/НИИ.

Зачет проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ПК.1/НИИ, ПК.2/НИИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Наноструктурированные керамические материалы», 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме по тестам. В каждом варианте 20 вопросов. Полный список вопросов приведен ниже.

Пример теста для зачета

Вопрос № 1. Какое из перечисленных требований к временному технологическому связующему НЕ верно?

- Должно быть токсичным
- Должно выгорать без остатка
- Должно обладать способностью смачивать минеральные частицы

Вопрос № 2. Что НЕ может выступать в качестве технологического связующего:

- Увлажненная глина
- **Высокодисперсные порошки чистых оксидов**
- Органические добавки

Вопрос №3. Прослойка из органического связующего между минеральными частицами способствует:

- Образованию химических связей
- Построению кристаллической решетки
- **Их взаимной подвижности**

Вопрос № 4. Какое из данных веществ является полимерным органическим связующим:

- **Мука**
- Поливиниловый спирт
- Диборид титана

Вопрос № 5. В процессе спекания керамического материала органические добавки:

- Легируют керамический материал
- **Выгорают**
- Образуют защитное покрытие на поверхности изделия

Вопрос № 6. Количество применяемого органического связующего в пресс-порошка для технологии сухого прессования составляет:

- От 5 до 10 %
- Более 10 %

- До 5 %

Вопрос № 7. Одним из параметров, по которому оценивается качество нанопорошка является d_{50} , который означает что ...

- **50 вес.% частиц порошка имеют размер меньше....**
- Частицы порошка имеют размер 50 нм
- Каждая частица состоит из 50 атомов

Вопрос № 8. Основная проблема возникающая при спекании изделий компактированных из нанопорошков

- Образование пористой сетки
- **Подавление собирательной рекристаллизации**
- Неравноплотность изделия

Вопрос № 9. Какими параметрами характеризуется низкая технологичность нанопорошков?

- Низкая прочность межчастичных связей
- Низкая спекаемость
- **Низкая сыпучесть и насыпная плотность**

Вопрос № 10. Характеристика керамики, слабо зависящая от структурных особенностей

- **Модуль Юнга**
- Прозрачность
- Износостойкость

Вопрос № 11. Какой из перечисленных элементов проявляет свойства как металлов, так и керамики?

- Цирконий
- **Кремний**
- Уран

Вопрос № 12. Какой фазой является цирконат-титанат свинца?

- Механическая смесь оксидов
- Интерметаллид
- **Твердый раствор**

Вопрос № 13. В керамике с плотностью близкой к 99% микропоры располагаются преимущественно

- **По границам зерен**
- В приповерхностных слоях
- В тетраэдрических междоузлиях

Вопрос № 14. Какова зависимость диэлектрической проницаемости от пористости керамики?

- Диэлектрическая проницаемость не зависит от природы материала
- **Диэлектрическая проницаемость значительно увеличивается при снижении пористости**
- Диэлектрическая проницаемость не зависит от пористости

Вопрос № 15. Какой параметр нанопорошков часто является решающим при

выборе способа синтеза?

- Высокая удельная поверхность
- Энергия активации массопереноса
- **Слабая агломерируемость**

Вопрос № 16. Какую кристаллическую решетку будет иметь диоксид циркония с размером зерна равным 10 нм?

- **Тетрагональную**
- Моноклинную
- Триклинную

Вопрос № 17. Чем обусловлено добавление небольшого количества наноразмерного порошка в субмикронный порошок?

- Улучшение прессуемости
- **Активация процесса спекания**
- Повышение газопроницаемости

Вопрос № 18. Спекание происходит вследствие:

- Неподвижности вещества
- Стабильности вещества
- **Переноса вещества**

Вопрос № 19. Отличительной особенностью спекания НЕ является:

- **Постоянство прочности и объема спекаемого тела**
- Образование достаточно прочного и твердого тела из конгломерата временно связанных частиц
- Изменение объема и пористости спекаемого тела

Вопрос № 20. Спекание плотной технической керамики сопровождается:

- увеличением пористости
- **уменьшением пористости**
- постоянством объема спекаемого тела

2. Критерии оценки

- Ответ на тест для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент ответил верно менее чем на 10 вопросов, оценка составляет *0 баллов*.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент дал верные ответы на 10-14 вопросов, оценка составляет *10 баллов*.
- Ответ на тест для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент дал верные ответы на 14-17 вопросов, оценка составляет *15 баллов*.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент дал верные ответы на 18-20 вопросов, оценка составляет *20 баллов*.

3. Шкала оценки

Согласно правилам аттестации в рабочей программе дисциплины, максимальное количество баллов, которые студент может получить за зачет составляет 20 баллов. При этом зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов. В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе

дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Наноструктурированные керамические материалы»

Вопрос № 1. Какое из перечисленных требований к временному технологическому связующему НЕ верно?

- **Должно быть токсичным**
- Должно выгорать без остатка
- Должно обладать способностью смачивать минеральные частицы

Вопрос № 2. Что НЕ может выступать в качестве технологического связующего:

- Увлажненная глина
- **Высокодисперсные порошки чистых оксидов**
- Органические добавки

Вопрос №3. Прослойка из органического связующего между минеральными частицами способствует:

- Образованию химических связей
- Построению кристаллической решетки
- **Их взаимной подвижности**

Вопрос № 4. Какое из данных веществ является полимерным органическим связующим:

- **Мука**
- Поливиниловый спирт
- Диборид титана

Вопрос № 5. В процессе спекания керамического материала органические добавки:

- Легируют керамический материал
- **Выгорают**
- Образуют защитное покрытие на поверхности изделия

Вопрос № 6. Количество применяемого органического связующего в пресс-порошка для технологии сухого прессования составляет:

- От 5 до 10 %
- Более 10 %
- **До 5 %**

Вопрос № 7. Одним из параметров, по которому оценивается качество нанопорошка является d_{50} , который означает что ...

- **50 вес.% частиц порошка имеют размер меньше....**
- Частицы порошка имеют размер 50 нм
- Каждая частица состоит из 50 атомов

Вопрос № 8. Основная проблема возникающая при спекании изделий компактированных из нанопорошков

- Образование пористой сетки

- **Подавление собирательной рекристаллизации**
- Неравноплотность изделия

Вопрос № 9. Какими параметрами характеризуется низкая технологичность нанопорошков?

- Низкая прочность межчастичных связей
- Низкая спекаемость
- **Низкая сыпучесть и насыпная плотность**

Вопрос № 10. Характеристика керамики, слабо зависящая от структурных особенностей

- **Модуль Юнга**
- Прозрачность
- Износостойкость

Вопрос № 11. Какой из перечисленных элементов проявляет свойства как металлов, так и керамики?

- Цирконий
- **Кремний**
- Уран

Вопрос № 12. Какой фазой является цирконат-титанат свинца?

- Механическая смесь оксидов
- Интерметаллид
- **Твердый раствор**

Вопрос № 13. В керамике с плотностью близкой к 99% микропоры располагаются преимущественно

- **По границам зерен**
- В приповерхностных слоях
- В тетраэдрических междоузлиях

Вопрос № 14. Какова зависимость диэлектрической проницаемости от пористости керамики?

- Диэлектрическая проницаемость не зависит от природы материала
- **Диэлектрическая проницаемость значительно увеличивается при снижении пористости**
- Диэлектрическая проницаемость не зависит от пористости

Вопрос № 15. Какой параметр нанопорошков часто является решающим при выборе способа синтеза?

- Высокая удельная поверхность
- Энергия активации массопереноса
- **Слабая агломерируемость**

Вопрос № 16. Какую кристаллическую решетку будет иметь диоксид циркония с размером зерна равным 10 нм?

- **Тетрагональную**
- Моноклинную
- Триклинную

Вопрос № 17. Чем обусловлено добавление небольшого количества наноразмерного порошка в субмикронный порошок?

- Улучшение прессуемости
- **Активация процесса спекания**
- Повышение газопроницаемости

Вопрос № 18. Спекание происходит вследствие:

- Неподвижности вещества
- Стабильности вещества
- **Переноса вещества**

Вопрос № 19. Отличительной особенностью спекания НЕ является:

- **Постоянство прочности и объема спекаемого тела**
- Образование достаточно прочного и твердого тела из конгломерата временно связанных частиц
- Изменение объема и пористости спекаемого тела

Вопрос № 20. Спекание плотной технической керамики сопровождается:

- увеличением пористости
- **уменьшением пористости**
- постоянством объема спекаемого тела

Вопрос № 21. Каким способом можно увеличить технологичность нанопорошков?

- **Грануляцией**
- Расплавлением
- Диспергированием

Вопрос № 22. Кластер наночастиц это...

- Скопление взаимодействующих частиц с размерами меньше 50 нм
- **Скопление взаимодействующих частиц с размерами меньше 10 нм**
- Коагуляционная структура геля

Вопрос № 23. Нанокерамика это...

- Поликристаллические материалы, полученные спеканием неметаллических порошков с размером частиц менее 5 нм
- Поликристаллические материалы, полученные спеканием неметаллических порошков с размером частиц менее 200 нм
- **Поликристаллические материалы, полученные спеканием неметаллических порошков с размером частиц менее 100 нм**

Вопрос № 24. Причина появления структурного размерного эффекта в нанокерамике?

- **Увеличение вклада поверхностных атомов в энергию частицы при уменьшении ее геометрических размеров**
- Уменьшение вклада поверхностных атомов в энергию частицы при уменьшении ее геометрических размеров
- Взаимодействие электронных облаков

Вопрос № 25. Видом спекания НЕ является

- жидкофазное спекание
- **мультифазное спекание**
- твердофазное спекание

Вопрос № 26. Увеличение времени выдержки в процессе спекания в большинстве случаев сопровождается:

- образованием сквозной пористости
- уменьшением размера зерна
- **ростом размера зерна**

Вопрос № 27. Вариантом спекания смеси керамических порошков НЕ является:

- **выгорание одного компонента**
- отсутствие химической реакции между компонентами
- Каждая частица состоит из 50 атомов

Вопрос № 28. При твердофазном спекании материала:

- все компоненты в жидком состоянии
- **все компоненты в твердом состоянии**
- компоненты как в жидком, так и в твердом состоянии

Вопрос № 29. При жидкофазном спекании:

- все компоненты в жидком состоянии
- все компоненты в твердом состоянии
- **некоторые компоненты в жидком состоянии**

Вопрос № 30. Движущая сила самопроизвольного процесса спекания

- **разность свободных энергии исходного и конечного состояния**
- равенство свободных энергии исходного и конечного состояния
- протекание химических реакций

Вопрос № 31. Для поздней стадии спекания характерно

- измельчение пор
- **коалиценция пор**
- резкое уменьшение пористости

Вопрос № 32. Используемые органические добавки должны быть

- нерастворимыми
- растворимы в кислотах
- **водорастворимы**

Вопрос № 33. Температура обжига технической керамики может быть в диапазоне:

- **1300 – 1500 °C**
- 300 – 500 °C
- 2700 – 3000 °C

Вопрос № 34. Видом спекания керамического материала НЕ является:

- спекание в воздушной атмосфере

- **горячее искровое спекание**
- горячее изостатическое прессование

Вопрос № 35. Вид спекания под давлением:

- холодное изостатическое прессование
- свободное спекание
- **горячее изостатическое прессование**

Вопрос № 36. Теоретическая плотность оксида алюминия

- **3,99 г/см³**
- 7,75 г/см³
- 2,26 г/см³

Вопрос № 37. Вид прессования, при котором давление распределяется равномерно по всему телу компакта

- Осевое
- **Изостатическое**
- Двухосное

Вопрос № 38. Для повышения качества диспергирования в суспензию вводят

- Парафин
- Связующий компонент
- **Дефлокулянт**

Вопрос № 39. Связывание частиц порошков друг с другом под действием слабых сил, смачивающей жидкости или сил химической связи

- **Когезия**
- Слипание
- Зависание

Вопрос № 40. Наиболее эффективная технология диспергирования

- Ультразвуковое диспергирование
- **В шаровой мельнице**
- В ступке

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Наноструктурированные керамические материалы», 8 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны описать технологию получения керамического материала в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны выбрать и обосновать химический состав материала и каждый их технологический этапов его получения, обосновать применение нанодисперсного легирующего компонента.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Введение
2. Описание области применения заданного изделия и предъявляемые к нему требования
3. Описание каждого технологического этапа получения материала
4. Выводы
5. Список литературы

Оцениваемые позиции:

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует грамотное обоснование необходимости применения легирующих компонентов, недостаточный уровень проработанности литературных источников.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: недостаточно обоснованы технологические этапы получения материала, не грамотный стиль изложения работы, оценка составляет 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если технологические этапы получения материала выполнены в полном объеме, обоснована технология получения материала, легирующий компонент выбран без достаточного обоснования, оценка составляет 15 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если выполнены все части РГЗ стиль изложения работы грамотный, использована верная терминология, качественно проработана современная техническая литература на заданную тему, в полном объеме обоснована необходимость применения легирующих компонентов, обоснована технология получения материала, оценка составляет 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

В течение семестра максимальное количество баллов, которое может получить студент составляет 80 баллов (баллы за зачет не учитываются). Из них за выполнение РГЗ студент может получить до 20 баллов, что составляет 25 % от общего количества баллов за семестр.

4. Примерный перечень тем РГЗ

1. Эффективность применения углеродных нанотрубок для упрочнения $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ керамики
2. Влияние наноразмерного диоксида циркония на структуру и свойства алюмооксидной керамики
3. Получение карбо алюминидов титана методом магнетронного напыления и особенности его кристаллического строения
4. Влияние фазового состава на структуру и механические свойства Si_3N_4
5. Влияние температурно-временных режимов спекания на структурные преобразования алюмооксидной керамики и изменение механических характеристик
6. Влияние $\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}$ на структуру и механические свойства оксидной керамики
7. Влияние методов и режимов диспергирования на структуру и свойства субмикронной и наноструктурированной оксидной керамики
8. Влияние легирующих компонентов на механические свойства и структуру субмикронного B_4C
9. Получение высокоплотной керамики из микро- и нано- размерных порошков карбидов бора и хрома
10. Влияние температурно-временных режимов спекания на структурные преобразования и изменение механических свойств диоксид циркониевой керамики
11. Эффективность использования наноразмерного порошкового материала для получения ZrW_2O_8 керамики с отрицательным коэффициентом теплового расширения синтеза
12. Особенности формирования фазового состава оксинитрида алюминия при синтезе из различных исходных компонентов
13. Влияние наноструктурированных добавок на структуру и свойства цирконата-титаната свинца
14. Получение алюмоиттриевого граната с нано- и субмикро- размерными частицами