

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИФВТ ТПУ

 А.Н. Яковлев

«29» февраля 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)  
ДИСЦ.В.2.5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ КОНСОЛИДАЦИИ  
ОБЪЕМНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ**

НАПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ) ООП **22.03.01** **Материаловедение и технологии материалов**

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ (СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ, ПРОГРАММА)  
**Наноструктурные материалы**

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ) **бакалавр**

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА **2016 г.**

КУРС **3** СЕМЕСТР **5, 6**

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ **12**

ПРЕРЕКВИЗИТЫ

**Математика; Химия; Физика; Общее материаловедение и технологии материалов; Порошковые технологии изготовления наноматериалов**

КОРЕКВИЗИТЫ **Физические методы синтеза и модифицирования нанокристаллических материалов**

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

Лекции **48 час.**

Лабораторные работы **16 час.**

Практические занятия **96 час.**

Аудиторные занятия **160 час.**

Самостоятельная работа **272 час.**

ИТОГО **432 час.**

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ **очная**

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ **зачет, экзамен**

ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ **кафедра НМНТ ИФВТ**

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ

 О.Л. Хасанов

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП

 Б.Б. Овечкин

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

 Г.В. Лямина

2016 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели освоения модуля (дисциплины)	3
2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП	3
3. Результаты освоения модуля (дисциплины)	4
4. Структура и содержание модуля (дисциплины)	7
4.1. Аннотированное содержание разделов модуля (дисциплины):	7
4.1.1. Содержание лекций	7
4.1.2. Содержание лабораторных работ	8
4.1.3. Содержание практических занятий	9
4.2 Структура модуля (дисциплины) по разделам и видам учебной деятельности	10
5. Образовательные технологии	11
6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	11
6.1. Текущая и творческая проблемно-ориентированная СРС	11
6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по модулю (дисциплине)	12
6.3. Контроль самостоятельной работы	12
6.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	13
7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения модуля (дисциплины)	13
8. Рейтинг качества освоения модуля (дисциплины)	18
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля (дисциплины)	16
10. Материально-техническое обеспечение модуля (дисциплины)	17
Приложение 1 Рейтинг-план дисциплины	19

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)

*Цель преподавания дисциплины* – дать представление об основных технологических процессах, с помощью которых в настоящее время создаются консолидированные наноматериалы; ознакомить с перспективами и проблемами разработок в этой области.

Цель дисциплины соответствует целям ООП подготовки бакалавра по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов:

Ц1. Подготовка выпускника к производственной деятельности в создании материалов с заданными технологическими и функциональными свойствами для различных областей техники и технологии

Ц4. Подготовка выпускника к научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области создания современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов; композитов и гибридных материалов; сверхтвердых материалов; интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий на основе ресурсоэффективных технологий.

Ц5. Подготовка выпускника к самостоятельному обучению и освоению новых профессиональных знаний и умений, непрерывному профессиональному самосовершенствованию

## 2. МЕСТО МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ) В СТРУКТУРЕ ООП

Модуль (дисциплина) относится к профессиональному циклу общеобразовательной программы. Дисциплина является вариативной и ориентирована, в основном, для студентов, обучающихся на кафедре наноматериалов и нанотехнологий Томского политехнического университета. Для успешного освоения дисциплины студентам необходимо знать основные методы синтеза наноразмерных порошков, иметь представление о современном материаловедении, владеть аппаратом химической термодинамики, уметь составлять уравнения химических реакций, иметь представление о высокомолекулярных веществах. Иметь опыт работы в приложениях Microsoft Office. Соответственно **пререквизитами** данного курса являются дисциплины математика; химия; физика; Общее материаловедение и технологии материалов; Порошковые технологии изготовления наноматериалов. Соответственно **кореквизитами** являются следующие дисциплины: экологические аспекты применения нанотехнологий; отрасли nanoиндустрии и области применения наноматериалов, Физические методы синтеза и модифицирования нанокристаллических материалов.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)

Таблица 1

#### Компетенции, развиваемые в процессе обучения по дисциплине

Компетенции	Результат
<p>способностью использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях (ОПК-2);</p> <p>готовностью применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности (ОПК-3);</p> <p>способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4);</p> <p>способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6);</p> <p>способностью применять знания об основных типах современных неорганических и органических материалов, принципах выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения при проектировании высокотехнологичных процессов (ПК-10);</p>	<p>Р6_ Готовность эффективно выполнять трудовые функции по реализации высокотехнологичных производств материалов и изделий</p>

Таблица 2

#### Результаты обучения

Профессиональный опыт (владеть)	Умения	Знания
42. технологиями получения объемных консолидированных наноматериалов	У.42.48.1. получать полимерные гели методом радикальной полимеризации, в том числе с наночастицами благородных металлов	З.42.48.1.1. классификации полимерных наноматериалов
		З.42.48.1.2. типы полимеризации и поликонденсации
		З.42.48.1.3. методики получения полимерных гелей на основе акриловых полимеров
		З.42.48.1.4. методики получения наночастиц серебра и золота методом лазерной абляции
	У.42.48.2. получать керамические наноматериалы методами шликерного литья	З.42.48.2.1. составы и условия изготовления шликеров
		З.42.48.2.2. принципиальные схемы машин для шликерного литья под давлением
		З.42.48.2.3. условия спекания керамики, полученной методами шликерного литья
		З.42.48.2.4. материалы, используемые для изготовления пресс-форм для шликерного литья
		З.42.48.2.5. методику подготовки эскиза пресс-формы для шликерного литья для изделий различной формы
	У.42.48.3. получать	З.42.48.3.1. принципиальную схему прессов
		З.42.48.3.2. материалы для изготовления пресс-форм

Профессиональн ый опыт (владеть)	Умения	Знания
	керамические наноматериалы методами ультразвукового прессования	для прессования <b>3.42.48.3.3</b> условия совмещения волновода с пресс-формой <b>3.42.48.3.4</b> типы ультразвуковых генераторов <b>3.42.48.3.5.</b> условия спекания керамик, полученных методами прессования
	<b>У.42.48.4.</b> получать керамические наноматериалы методами горячего прессования	<b>3.42.48.4.1.</b> типы установок, использующихся для получения керамик методами горячего прессования <b>3.42.48.4.2</b> принципиальная схема установки для SPS-синтеза керамик <b>3.42.48.4.3.</b> материалы пресс-форм для горячего прессования <b>3.42.48.4.4</b> условия спекания карбидных и нитридных керамик методом SPS

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)

##### 4.1. Аннотированное содержание разделов модуля (дисциплины):

##### 4.1.1. Содержание лекций (5 семестр)

(Всего – 48 часов; 1 лекция – 2 часа)

№ лекции	СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ
<b>МОДУЛЬ 1. ПОРОШКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПАКТИРОВАНИЯ</b>	
1	Прессование. Одноосное сжатие. Закономерности процесса одноосного прессования в закрытых жестких пресс-формах. Способы подготовки порошков к формованию.
2	Характеристики компактирования порошков. Оценка этапов и граничных условий процесса уплотнения порошков. Пристенное и межчастичное трение в процессе компактирования порошка. Распределение давления вдоль оси прессования. Зависимость параметров прессовки от ее упругих свойств. Параметры межчастичных связей. Оптимизация внешнего воздействия.
3	Уравнения прессования. Уравнение Бережного. Модифицированное уравнение Бережного. Оценка перепада плотности по высоте прессовки на основе коэффициентов уравнения прессования. Методика построения кривых уплотнения НП.
4	Ультразвуковой способ прессования. Распространение ультразвуковых колебаний в среде нанопорошков переменной плотности. Механизмы воздействия мощного ультразвука на компактируемый нанопорошок.
5	Эффективность способов ориентации колебательного смещения относительно оси прессования. Влияние ультразвукового воздействия (УЗВ) на качество прессовок. Влияние УЗВ на плотность, усадку, порораспределение и зернистость спеченной керамики.
6	Динамическое прессование. Магнитно-импульсный метод. Взрывное прессование. Изостатическое прессование.
7	Спекание оксидной керамики. Спекание керамических изделий в

№ лекции	СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ
	воздушной среде. Спекание в вакууме.
8	Спекание керамики по SPS-технологии. Определение режимов спекания. Усадка прессовок в процессе их спекания. Дефекты керамических изделий после спекания и причины их появления.
<b>МОДУЛЬ 2. ШЛИКЕРНОЕ ЛИТЬЕ</b>	
9	Схемы наливного и сливного литья
10	Требования, предъявляемые к суспензиям и литьевому процессу
11	Основные количественные характеристики процесса шликерного литья
12	Методы получения суспензий. Состав, связующие, модификаторы
13	Стабилизация суспензий.
14	Влияние перемешивания, рН, температуры на свойства шликеров.
15	Технологии шликерного литья, литье под давлением, литье на ленту..
16	Оборудование для шликерного литья: пресс-формы, литьевые машины
<b>МОДУЛЬ 3. ТЕХНОЛОГИИ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ</b>	
17	<b>Введение в химию полимеров.</b> Основные понятия. Классификация полимеров
18	<b>Получение полимеров.</b> Радикальная полимеризация: инициирование, рост цепи, обрыв цепи, передача цепи. Термодинамика полимеризации.
19	Полимеризация в блоке. Полимеризация в эмульсии. Полимеризация в растворе
20	Получение блок- и привитых сополимеров. Реакции в системе полимер – мономер. Реакции в системе полимер – полимер
21	Наноструктуры в полимерах. Микрофазовые расслоения в полмерах.
22	Растворы полимеров. Термодинамика растворения. Фазовые диаграммы полимер – растворитель.
23	Технологические аспекты получения полимеров. Типы полимеризации (поликонденсации). Аппарат для непрерывной блочной полимеризации
24	Полимерные гели. Гель-электролиты на основе метакриловых сополимеров, апротонных донорных растворителей и солей щелочных металлов. Механизмы ионной проводимости. Применение гель-электролитов: топливные элементы, формирование фазового состава поверхности.

#### 4.1.2. Содержание лабораторных работ (семестр 5)

№ ЛР	СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	Час.
<b>МОДУЛЬ 4 МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ (СЕМЕСТР 5)</b>		
1	<b>1. Моделирование и исследование свойств наночастиц.</b> 1.1. Математические методы конструирования однокомпонентных и двухкомпонентных наночастиц. 1.1.1. Модель однокомпонентных наночастиц. 1.1.2. Модель двухкомпонентных наночастиц.	2
2	1.1.3. Построение потенциального поля одно- и двухкомпонентных наночастиц.	2

№ ЛР	СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	Час.
3	1.2. Исследование свойств наночастиц на основании геометрических и физико-химических расчетов.	2
4	<b>2. Моделирование микроструктур</b> 2.1. Моделирование микроструктуры с помощью плотной упаковки сфер. 2.2. Алгоритм перекатывающихся частиц. 2.3. Условия реализации модели стохастической плотной упаковки сферических частиц.	2
5	2.5. Моделирование микроструктуры с помощью плотной упаковки сферополиэдров	2
6	<b>3. Моделирование процессов спекания и самоорганизации наночастиц</b> 3.1. Многофазная упаковка сферополиэдров под давлением. 3.2. Структурно-имитационное моделирование спекания.	2
7	3.3. Спекание на подложке.	2
8	3.4. Самосборка ансамблей микро- и наночастиц в капле растворителя	2
Всего		16

**4.1.3. Содержание практических занятий**  
**16 часов – 5 семестр; 80 часов – 6 семестр (курсовой проект)**

№ ЛР	СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	Час.
<b>МОДУЛЬ 1. ПОРОШКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПАКТИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ (Семестр 5)</b>		
1	Лабораторная работа № 1. «Уплотнение сухих нанопорошков» 1.1. Ознакомление с техникой для прессования. Коллекторные и УЗ – пресс-формы. Прессы, компьютеризованная установка Mitutoyo ID-F125/150; ДМ 5001EУ (2 часа). 1.3. Уплотнение нанопорошков различной дисперсности: частиц микронного размера с добавками нанопорошков $Al_2O_3$ (4 часа). 1.4. Построение кривых уплотнения нанопорошков различных типов (4 часа). 1.5. Изучение КТР полученных компактов (6 часов).	4
2	Лабораторная работа № 2 «Спекание нанокерамики и нанокompозитов». 2.1. Ознакомление с установкой для спекания нанокерамики и нанокompозитов “Spark Plasma Sintering” (SPS) (2 часа). 2.3. Спекание нанопорошков различной дисперсности: частиц микронного размера с добавками нанопорошков $Al_2O_3$ и $W_4C$ (8 часов). 2.5. Изучение КТР и микротвердости структуры полученных образцов (6 часов).	4
<b>МОДУЛЬ 2. ШЛИКЕРНОЕ ЛИТЬЕ (Семестр 5)</b>		
3	Лабораторная работа № 3 Получение деталей на основе оксида алюминия методом свободного литья. Подготовка шликера и отливка (4 часа) Предварительный (утельный) и окончательный обжиг отлитых	4

№ ЛР	СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	Час.
	деталей (2 часа) Изучение механических характеристик полученных деталей (2 часа).	
<b>МОДУЛЬ 3. ТЕХНОЛОГИИ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ</b>		
5	Лабораторная работа № 5 Синтез и свойства полимерных гелев-электролитов Получение гелев электролитов (2 часа) Измерение электропроводности полимерных гелей (2 часа) Изучения процессов набухания и растворения полимерных гелей (4 часа)	2
6	Лабораторная работа № 6 Получение композиционных материалов на основе акриловых полимеров и наночастиц металлов Синтез полимеров (2 часа) Подготовка растворов полимеров (1 час) Получение наночастиц серебра и золота в растворе полимеров и изучение оптических свойств частиц	2
Всего		16

#### 4.2 Структура модуля (дисциплины) по разделам и видам учебной деятельности

Структура модуля (дисциплины) по разделам и формам организации обучения

Название раздела	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Итого
	Лекции	ЛБ	ПЗ		
Модуль 1. Порошковые технологии компактирования материалов (Семестр 5)	16		8	54	78
Модуль 2. Шликерное литье (Семестр 5)	16		4	16	36
<b>Модуль 3</b> Методы моделирование наноматериалов (Семестр 5)	–	16		32	48
Модуль 4. Технологии наноматериалов на основе полимеров	16		4	34	54
Курсовое проектирование (Семестр 6)			80	136	216
<b>Итого</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>96</b>	<b>272</b>	<b>432</b>

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Методы и формы организации обучения (ФОО)

Методы	ФОО	Лекции	Лабораторные работы	СРС
IT-методы				
Работа в команде			+	
Case-study				+

Методы	ФОО	Лекции	Лабораторные работы	СРС
Игра				
Методы проблемного обучения		+	+	+
Обучение на основе опыта				
Опережающая самостоятельная работа				+
Проектный метод				
Поисковый метод			+	+
Исследовательский метод			+	

## 6. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 6.1. Текущая и творческая проблемно-ориентированная СРС

При изучении дисциплины «Технологические процессы консолидации объемных наноматериалов и производства изделий» предусмотрено несколько типов внеаудиторной (самостоятельной) работы:

#### *Текущая самостоятельная работа*

**1. Подготовка к лекции** включает работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса, (опережающая самостоятельная работа).

**2. Подготовка к лабораторным работам** включает оформление отчета, проработку лекционного материала, и изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку.

**3. Подготовка к экзамену** включает работу с лекционным материалом, отчетами по экспериментальным лабораторным работам и материалов, выносимым на самостоятельное изучение.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа

**4. Подготовка индивидуального задания.** Решение задач.

**5. Конспект.** Выполняется по отдельным темам, которые не рассматриваются на лекции. Проводится с использованием ресурсов научно-технической библиотеки ТПУ и библиотечного фонда кафедры НМНТ. Включает анализ научных и учебных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

**6. Подготовка устного сообщения.** Выполняется по каждому модулю по материала лабораторных работ и конспектов. Темы выбираются самостоятельно по одной из лабораторных работ и материалу соответствующего конспекта и лекции.

### 6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

Материал, выносимый на самостоятельную проработку, оформляется в виде конспекта (развернутого плана) и включает 6 тем. Оформление материала предполагает проработку литературы, рекомендуемой преподавателем. Соответственно у каждого студента в конце семестра должна быть собрана информация по всем темам.

### 6.3 Контроль самостоятельной работы

#### Виды контроля СРС

Тип контроля	Способ осуществления и тип самостоятельной работы
Самостоятельные работы	Проводятся на каждой лабораторной работе (10 минут). Позволяют контролировать качество проработки лекционного материала, уровень усвоения тем, выносимых на самостоятельное изучение, контролировать уровень опережающей самостоятельной работы.
Защита лабораторных работ	Проводятся после каждой лабораторной работы в группе из 3–4 человек. Позволяют контролировать качество проработки лекционного материала; уровень усвоения тем, выносимых на самостоятельное изучение, оценить уровень усвоения методик синтеза порошковых наноматериалов; проверить навыки оформления и представления информации в лабораторных отчетах; оценивать способность студента работать в команде.
Проверка индивидуальных заданий	Проводится на лабораторных занятиях. Позволяет контролировать качество выполнения индивидуального задания, уровень усвоения материала дисциплины.
Проверка конспектов	Проводится на лабораторных занятиях. Позволяет контролировать качество проработки тем, выносимых на самостоятельное изучение, оценить способность студента к анализу научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме..
Устное сообщение	Проводится на лабораторных и лекционных занятиях во время конференц-недель. Включает подготовку компьютерной презентации и краткого реферата.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ, ВЫНОСИМЫХ НА САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ

№	ТЕМА И СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА	Форма СР
1	<b>1.1.</b> Субнанопористые мембраны на основе цеолитов. <b>1.2.</b> Молекулярные сита. Пористый оксид кремния. <b>1.3.</b> Природные сорбенты <b>1.4.</b> Носители для катализаторов	1. Индивидуальное задание №1. 3. Подготовка устного сообщения
2	1. Коэффициенты температурного расширения неметаллических материалов 2. Теплоемкость керамических материалов. Методы определения теплоемкости. 3. Изменение линейных размеров керамических	1. Проработка лекций 2. Индивидуальное задание № 2. 4. Подготовка устного сообщения

№	ТЕМА И СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА	Форма СР
	образцов при спекании. 4. Определение оптимального режима спекания керамики с использованием данных дилатометрии. 5. Изменение линейных размеров спеченных керамических образцов при нагревании и охлаждении.	
3	1. Методы полимеризации и поликонденсации. 2. Схемы лабораторных и промышленных установок для синтеза полимерных материалов. 3. Влияние температуры, давления, природы мономера, инициатора и растворителя на свойства полимеров. 4. Оптимизация условий синтеза полимерных материалов. 5. Армирование полимеров наноструктурными материалами. 6. Полимеры, как стабилизаторы наноразмерного состояния. Композиционные материалы на основе полимеров и наночастиц металлов	1. Проработка лекций 3. Индивидуальное задание №3. 4. Подготовка устного сообщения

#### 6.4 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Включает основную и дополнительную литературу (см. раздел 9)

### 7. СРЕДСТВА (ФОС) ТЕКУЩЕЙ И ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)

#### Примеры экзаменационных билетов по дисциплине

##### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Шликерное литье. Стабилизация суспензий на основе  $\text{SiO}_2$ . Влияние перемешивания, pH, температуры. Оборудование для шликерного литья: пресс-формы, литьевые машины.

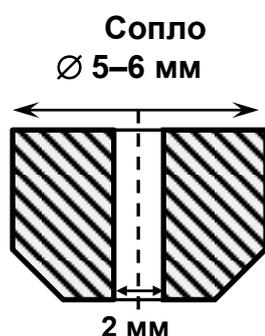
2. Предложите схему получения инкапсулированных частиц никеля (II). Укажите возможный механизм закрепления НРЧ на центральном ядре носителя, если его основной функциональной группой является карбоксильная группа ( $-\text{COOH}$ ).

3. Диаметр цилиндрического порошкового образца в пресс-форме, установленной в гидравлический пресс, составляет 14 мм. Диаметр поршня гидравлического пресса составляет 178 мм. Какое давление прессования испытывает образец, если показание манометра пресса составляет  $40 \text{ кгс/см}^2$ ? Ответ представить в единицах МПа.

## Задания для курсового проектирования

### Вариант 1

#### Ваше изделие – электропроводящая насадка для сопла



**Требование** – сопло, изготовленное из электропроводящей керамики, применяемое для плазменной резки металлов для газоплазменной аппаратуры работающее в условиях повышенного давления и высокой температуры.

**Задача выполнения проекта** – предложить полную технологию получения предлагаемого изделия. Курсовой проект должен включать в себя следующие основные пункты

1. Сырье для получения изделия.
  - 1.1. Обоснование выбора метода получения сырья.
  - 1.2. Возможные реальные поставщики сырья.
  - 1.3. При отсутствии подходящего поставщика (неудовлетворительная ценовая политика, неудобное месторасположение), который мог бы обеспечить экономическую выгодность проекта, необходимо оценить возможность оптимального получения прекурсора на месте производства, включая стоимость и тип оборудования и сырья.
2. Основное оборудование для получения изделия
  - 2.1. Обоснование выбора оборудования для получения изделия.
  - 2.2. Возможные реальные поставщики оборудования.
3. Полное описание технологии получения изделия, включая подробное описание последовательности действий и перечень вспомогательного оборудования и материалов.
4. Ключевые вопросы охраны окружающей среды

### Вариант 7

#### Ваше изделие – наноструктурированная сегнетоэлектрическая пленка для электроники

**Требование** – наноразмерная пленка, толщиной 30-300 нм и высотой рельефа 5 нм, как каталитический, изолирующий, планаризирующий слой для использования в устройствах памяти и управляемых СВЧ-устройствах.



**Задача выполнения проекта** – предложить полную технологию получения предлагаемого изделия. Курсовой проект должен включать в себя следующие основные пункты

1. Сырье для получения изделия.
  - 1.1. Обоснование выбора метода получения сырья.
  - 1.2. Возможные реальные поставщики

сырья.

1.3. При отсутствии подходящего поставщика (неудовлетворительная ценовая политика, неудобное месторасположение), который мог бы обеспечить экономическую выгодность проекта, необходимо оценить возможность оптимального получения прекурсора на месте производства, включая стоимость и тип оборудования и сырья.

2. Основное оборудование для получения изделия

2.1. Обоснование выбора оборудования для получения изделия.

2.2. Возможные реальные поставщики оборудования.

3. Полное описание технологии получения изделия, включая подробное описание последовательности действий и перечень вспомогательного оборудования и материалов.

4. Ключевые вопросы охраны окружающей среды

## Вариант 8

### Ваше изделие – носитель для металлических катализаторов

**Требование** – инертный носитель, изготовленный из оксидной керамики, в виде цилиндров толщиной 1 мм и высотой 2-5 мм с диаметром пор 0,1-10 микрон

**Задача выполнения проекта** – предложить полную технологию получения предлагаемого изделия. Курсовой проект должен включать в себя следующие основные пункты

1. Сырье для получения изделия.

1.1. Обоснование выбора метода получения сырья.

1.2. Возможные реальные поставщики сырья.

1.3. При отсутствии подходящего поставщика (неудовлетворительная ценовая политика, неудобное месторасположение), который мог бы обеспечить экономическую выгодность проекта, необходимо оценить возможность оптимального получения прекурсора на месте производства, включая стоимость и тип оборудования и сырья.

2. Основное оборудование для получения изделия

2.1. Обоснование выбора оборудования для получения изделия.

2.2. Возможные реальные поставщики оборудования.

3. Полное описание технологии получения изделия, включая подробное описание последовательности действий и перечень вспомогательного оборудования и материалов.

4. Ключевые вопросы охраны окружающей среды

## 8. РЕЙТИНГ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)

Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена или зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам. См. файл приложение 1

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)

### 9.1. Основная литература

1. Хасанов, О.Л.. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий: учебное пособие. / О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, З.Г. Бикбаева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 196 с.
2. Хасанов О. Л. , Двилис Э. С. , Бикбаева З. Г. , Качаев А. А. , Полисадова В. В. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий: Учебное пособие. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 - 269 с. (Гриф УМО)
3. О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, З.Г. Бикбаева, В.В. Полисадова, А.А. Качаев «Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий» – М.: Изд-во "БИНОМ: Лаборатория знаний" - 2011. – 179 с. (гриф УМО)
4. Хасанов, О.Л. Эффекты мощного ультразвукового воздействия на структуру и свойства наноматериалов: учебное пособие / О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, В.В. Полисадова, А.П. Зыкова – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 149 с.
5. Хасанов, О.Л. Метод коллекторного компактирования нано- и полидисперсных порошков: учебное пособие / О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, А.А. Качаев – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 102 с.
6. Андриевский, Р.А. Наноструктурные материалы: учеб. пособие для вузов по направлению подготовки дипломир. спец. 651800 "Физ. материаловедение" / Андриевский, Р.А., Рагуля, А.В. - М.: Академия, 2005. – 187 с.
7. Головин Ю. И.. Введение в нанотехнику. — М.: Машиностроение, 2007. – 496 с. (в библиотечном фонде каф. НМНТ).
8. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии - М.: Физматлит, 2005. – 410 с.
9. Кобаяси Н.. Введение в нанотехнологию. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 134 с. (в библиотечном фонде каф. НМНТ)
10. Г.В. Лямина, Е. А. Вайтулевич, И. А. Курзина, А. Н. Павлова Химия. Сборник задач и упражнений. Часть II [Текст]: учебное пособие / под ред. Г.В. Ляминой. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2009. – 144 с. – ISBN 978-5-93057-301-5
11. Т.В. Лапова, Т.С. Шепеленко, Г.В.Лямина Общая химия Сборник задач и упражнений Часть 2: Учебное пособие / под. ред. Т.В. Лаповой, – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2010. – 170 с. – ISBN 978-5-93057-354-1.

### 9.2. Дополнительная литература

12. Оськин, В.А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учебное пособие. / В.А. Оськин, В.В. Евсиков. Кн. 1. М.: КолосС, 2006. – 448 с.
13. Карпенков, В.Ф. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учебное пособие. / В.Ф. Карпенков, Л. Г. Баграмов, В.Н. Байкалова и др. Кн. 2. М.: КолосС, 2006. – 312 с.
14. Случинская И.А. Основы материаловедения и технологии полупроводников, - Москва, 2002 г. - 376 с.
15. Пул Ч. Нанотехнологии : уч. пособие. — М. : Техносфера, 2006. — 336 с. (в библиотечном фонде каф. НМНТ)

16. Сергеев, Г.Б. Нанохимия. Химия - М.: Книжный дом университет, 2006. - 333 с.

17. Кормилицын О. П.. Механика материалов и структур нано- и микротехники : уч. пособие. — М. : Академия, 2008. – 217 с.

18. Суздальев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – М.: КомКнига, 2006.

### 9.3. Электронные ресурсы

1. Сайт о нанотехнологиях в России [Электронный ресурс]: <http://www.nanoware.ru/>

2. Нанотехнологическое сообщество [Электронный ресурс]: [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru)

3. Интернет-журнал о нанотехнологиях. [Электронный ресурс]: <http://nanodigest.ru/>

4. Нанобиотехнология. [Электронный ресурс]: [http://community.livejournal.com/ru\\_nanobiotech](http://community.livejournal.com/ru_nanobiotech)

5. Российский электронный НАНОЖУРНАЛ. [Электронный ресурс]: <http://www.nanorf.ru/>

6. Нанотехнологии. Научно-информационный портал по нанотехнологиям [Электронный ресурс]: <http://nano-info.ru/>

7. Нанотехнологии: сегодня и будущее. [Электронный ресурс]: <http://www.nanoevolution.ru/cat/nanomedicina/>

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДУЛЯ (ДИСЦИПЛИНЫ)

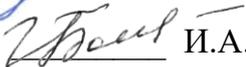
Для выполнения исследований и организации учебного процесса используются компьютерная техника, мультимедиа проекторы, современные программные продукты. Кафедры располагает собственными компьютерными классами с общим числом компьютеров – 10, объединенных в локальную сеть с выходом в Интернет (ауд. 209, 15 корпус).

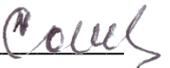
Для выполнения лабораторных работ на кафедре НМНТ имеется лаборатория (ауд. 211, 15 корпус; ауд 018, 10 корпус), снабженная весами, вытяжными шкафами, химической посудой, реактивами и соответствующее оборудование: анализатор удельной поверхности и пористости Сорби (ауд. 206, 15 корпус), пресс для спекания нанокерамики SPS-1500А, растровый электронный микроскоп сверхвысокого разрешения JSM-7500; вакуумный электронный высокотемпературный дилатометр DIL 402 E/7/G-Ру, Установка для спекания объемных наноматериалов в разряде плазмы Dr. sinter lab SPS-515S, испытательный пресс ИП-500М-авто, печь атмосферная LAC VP 20/17.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС 3+ по направлению и профилю подготовки 22.03.01. Материаловедение и технологии материалов

Программа одобрена на заседании кафедры НМНТ ИФВТ  
протокол № 53 от «09» февраля 2016 г.

Автор доцент, к.х.н.  Г.В. Лямина

Рецензенты доцент, к.ф.м..н.  И.А. Божко

С.н.с, к.т.н.  В.М. Соколов

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ (5 СЕМЕСТР)

Недели	Текущий контроль						
	Теоретический материал		Практическая деятельность				Итого
	Темы лекций	Балл	Название лабораторной работы/практического задания	Балл	Индивидуальные задания	Балл	Баллы
1	Модуль 1. Порошковые технологии компактирования. Прессование (4 часа).						
2	Уравнения прессования. Ультразвуковой способ прессования (4 часа).						
3	Динамическое прессование (4 часа)						
4	Спекание керамики (4 часа)						
<b>Всего по контрольной точке (аттестации) № 1</b>							
5	Модуль 2. Шликерное литье. Схемы наливного и сливного литья. Требования, предъявляемые к суспензиям. (4 часа)						
6	Основные количественные характеристики процесса (4 часа)						
7	Стабилизация суспензий. Влияние перемешивания, pH, температуры на свойства шликеров. (4 часа)						
8	Технологии шликерного литья, литье под давлением, литье на ленту (4 часа)						
<b>Конференциальная</b>							
9	Модуль 3. Технологии наноматериалов на основе полимеров. Введение в химию полимеров.						
10	Получение полимеров. Радиальная полимеризация:						
11	Полимеризация в блоке.						
12	Получение блок- и привитых сополимеров.						
13	Растворы полимеров.						
14	Технологические аспекты получения полимеров.						
15	Полимерные гели.						
16							
17							
18							
<b>Всего по контрольной точке (аттестации) № 4</b>							
<b>Сумма баллов</b>							
<b>Итоговая текущая аттестация</b>							<b>60</b>
<b>Экзамен</b>							<b>40</b>
<b>Итого баллов по дисциплине</b>							<b>100</b>

