

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 03.10.2023 16:25:58
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
«26» марта 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность программы магистратуры

Высокотемпературные наноструктурированные композиционные материалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов**

Санкт-Петербург

2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Перевислов С.Н.

Рабочая программа дисциплины «Нanomатериалы и нанотехнологии» обсуждена на заседании кафедры технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов протокол от «11» марта 2019 № 12

Заведующий кафедрой

И.Б. Пантелеев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов протокол от «21» марта 2019 № 6

Председатель

С.Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Материаловедение и технологии материалов»		Н.О. Тагильцева
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины	06
4.3. Занятия лекционного типа	07
4.4. Занятия семинарского типа	09
4.4.1. Семинары, практические занятия	09
4.4.2. Лабораторные занятия	10
4.5. Самостоятельная работа обучающихся	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	13
10.2. Программное обеспечение	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	14
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	15

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Для освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-5 Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описать процесс достижения заданного уровня свойств в материале.</p>	<p>ПК-5.2 Знание термо-динамических, физико-химических и физических свойств твердых веществ в наномасштабном диапазоне; методов синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе.</p>	<p>Знать: – методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе (ЗН-1). Уметь: – оценивать физико-химические и физические свойства твердых веществ в наномасштабном диапазоне (У-1). Владеть: – знаниями по нанотехнологии, наноматериалам в керамической технологии (Н-1).</p>
<p>ПК-6 Способен организовать проведение анализа и анализировать структуру новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики.</p>	<p>ПК-6.2 Знание методов регулирования структуры керамических материалов при свободном спекании; перспектив разработки наноструктурированных керамических материалов в много-компонентных системах.</p>	<p>Знать: – механизмы спекания наноразмерных порошков, аппаратное оформление обжига (ЗН-2). Уметь: – ориентироваться в выборе методов управления строением и свойствами наноструктурированных керамических материалов (У-2). Владеть: – методами исследования структуры наноструктурированных керамик (Н-2).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока «Факультативные дисциплины» образовательной программы магистратуры (ФТД.02) и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Новые композиционные наноструктурированные материалы», «Аттестация свойств наноструктурированных материалов», «Получение и анализ чистых и особо чистых веществ», «Оптимизация состава и свойств конструкционных материалов», «Керамоматричные композиционные материалы». Полученные в процессе изучения дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	1/36
Контактная работа с преподавателем:	34
занятия лекционного типа	17
занятия семинарского типа, в т.ч.	17
семинары, практические занятия	17
лабораторные работы	–
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	–
другие виды контактной работы	–
Самостоятельная работа	2
Форма текущего контроля	Устный опрос
Форма промежуточной аттестации	Зачёт

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Нанотехнология, наноматериалы в керамической технологии	2	2			ПК-5
2.	Роль новых материалов и новых технологий в развитии техники	2	2			ПК-5
3.	Термодинамические, физико-химические и физические свойства твердых веществ в наномасштабном диапазоне	2	2			ПК-5
4.	Методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе	2	2			ПК-5
5.	Методы оценки нанопорошков	2	2			ПК-5
6.	Консолидация наночастиц	2	2			ПК-6
7.	Спекание нанокерамики	2	2			ПК-6
8.	Свободное спекание нанопорошков	1	1			ПК-6
9.	Методы исследования структуры наноструктурированных керамик	1	1			ПК-6
10.	Свойства нанокерамик	1	1		2	ПК-6

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ПК-5.2	Нанотехнология, наноматериалы в керамической технологии. Роль новых материалов и новых технологий в развитии техники. Термодинамические, физико-химические и физические свойства твердых веществ в наномасштабном диапазоне. Методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе. Методы оценки нанопорошков.

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
2.	ПК-6.ФТД.02	Консолидация наночастиц. Спекание нанокерамики. Свободное спекание нанопорошков. Методы исследования структуры наноструктурированных керамик. Свойства нанокерамик.

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Нанотехнология, наноматериалы в керамической технологии.</u> Наномодифицированная керамика – перспективный класс неорганических материалов со специальными свойствами. Нанокерамика как химико-технологический процесс, исторический приоритет нанокерамики.	2	Дискуссия
2	<u>Роль новых материалов и новых технологий в развитии техники.</u> Проблемы применения нанопорошков в технологии керамики – разработка, оборудование, деградация свойств вещества в наномасштабном состоянии во времени.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
3	<u>Термодинамические, физико-химические и физические свойства твердых веществ в наномасштабном диапазоне.</u> Размерные эффекты, поверхностная энергия, ее роль в изменении параметров фазовых переходов, фононного спектра, электронного строения, электрофизических свойств.	2	
4	<u>Методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе.</u> Механосинтез, измельчение, газофазный, плазмохимический, самораспространяющийся высокотемпера-турный синтез, золь-гель, метод испарения-конденсации, электрический взрыв и др..	2	
5	<u>Методы оценки нанопорошков.</u> Электронная микроскопия. Рентгенографический метод, методы определения удельной поверхности по газовой адсорбции, седиментации. Технологические свойства нанопорошков (насыпная масса, агломерированность, текучесть и др.)	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
6	<u>Консолидация наночастиц.</u> «Холодное» прессование, электрофорез, литье пленок, фильтрация под давлением, центрифугирование. Характеристики пористости формованных образцов из наночастиц.	2	
7	<u>Спекание нанокерамики.</u> Вторичная консолидация как основа получения объемных материалов. Импульсные методы спекания, обеспечивающие уплотнение образцов и сохранность частиц в наноразмерном диапазоне: в камерах высокого давления, горячее прессование, горячее изостатическое прессование, электроразрядное спекание, спекание «ковкой», спекание в ударных волнах.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
8	<u>Свободное спекание нанопорошков.</u> Особенности диффузионных процессов в ансамбле наночастиц, механизмы массопереноса, рекристаллизация при спекании. Проблема деградации «наноразмерности» в системах с высокой избыточной поверхностной энергией. Метод управляющей траектории спекания, спекание с контролируемой скоростью уплотнения. Лазерное спекание композиционных многокомпонентных керамик – альтернатива импульсным методам консолидации.	1	Дискуссия
9	<u>Методы исследования структуры наноструктурированных керамик.</u> Электронная микроскопия, сканирующая зондовая микроскопия (атомно-силовая), метод аннигиляции позитронов. Анализ строения межзеренных, межфазных границ раздела в нано-структурированных керамиках.	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия
10	<u>Свойства нанокерамик.</u> Определение размера зерен, строения границ раздела. Методы оценки свойств нанокерамики – динамические, статические, вязкость разрушения, трещиностойкость, твердость однородных и гетерофазных керамик. Упрочнение нанокерамик волокнами, металлическими компонентами при создании нанокерметов. Сверхпластичность, ползучесть, механизмы разрушения. Области применения наноструктурированных керамических материалов – машиностроение, авиакосмическая техника, атомная энергетика, электротехника, медицина, покрытия.	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Нанотехнология, наноматериалы в керамической технологии.</u> Анализ наноструктурного состояния. Понятие «нанотехнология» – кластер, наночастицы, нанопорошки, нанослои. Методы исследования размеров вещества в наномасштабной дисперсности – рентгенография, просвечивающая электронная микроскопия, спектроскопия.	2	
2	<u>Роль новых материалов и новых технологий в развитии техники.</u> Ансамбль наночастиц. Удельная поверхность, методы определения, распределение частиц по размерам. Состояние поверхности, роль поверхностных атомов в проявляемых свойствах при низких температурах и спекании. Оценка доли поверхностных атомов в зависимости о размера частиц.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
3	<u>Термодинамические, физико-химические и физические свойства твердых веществ в наномасштабном диапазоне.</u> Физические и термодинамические свойства, размерный эффект, роль Лапласовского давления в фазовой стабильности наночастиц. Дефектность наночастиц – вакансии, дефекты упаковки, дислокации.	2	
4	<u>Методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе.</u> Методы синтеза керамических компонентов в наноразмерном масштабе. Технологические свойства нанопорошков и оптимизация параметров первичной консолидации в зависимости от химической природы.	2	
5	<u>Методы оценки нанопорошков.</u> Импульсные методы при вторичной консолидации (спекании) ансамблей наночастиц: свободное спекание прессовок нанопорошков, роль и учет особенностей диффузионных процессов, механизмы массопереноса в пористых заготовках на основе наночастиц с различной природой химической связи, в композициях, описываемых различным типом диаграмм состояния.	2	
6	<u>Консолидация наночастиц.</u> Методы регулирования структуры керамических материалов при свободном	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	спекании. Перспектива разработки наноструктурированных керамических материалов в многокомпонентных системах.		
7	<u>Спекание нанокерамики.</u> Объемная нанокерамика. Особенности межзеренных и межфазных границ. Методы оценки структуры нанокерамики.	2	
8	<u>Свободное спекание нанопорошков.</u> Физические и термодинамические свойства нанокерамики как функция размера. Закономерности изменения свойств в наноконпозициях.	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия
9	<u>Методы исследования структуры наноструктурированных керамик.</u> Механические свойства – твердость, прочность, вязкость разрушения – однофазных керамик в зависимости от размера зерен и температуры.	1	
10	<u>Свойства нанокерамик.</u> Ползучесть, сверхпластичность нанокерамик. Методы упрочнения наноструктурированных спеченных материалов.	1	

4.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
10	Методы получения наноматериалов из порошков в аморфном состоянии. Дисперсионноупрочненные материалы, стеклокерамики. Влияние размера частиц на диэлектрические и магнитные свойства.	2	Устный опрос

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачёта.

Зачёт предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 30 мин.

Примеры вопросов к зачету по дисциплине:

1. Основные принципы создания спеченных композиционных материалов.
2. Критерии термодинамической (химической) совместимости компонентов в композиционных материалах.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачёт».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Основы нанотехнологии: учебник / Н.Т. Кузнецов, В.Н Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 397 с.
2. Введение в нанотехнологию: учебник / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. – СПб. : Лань, 2012. – 464 с.
3. Основы материаловедения, коррозии и технологии материалов: учебное пособие / М.М. Сычев, В.Н. Коробко, Т.В. Лукашова, С.В. Мякин.– СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2011. – 94 с.
4. Брыков, А.С. Химия силикатных и кремнеземсодержащих вяжущих материалов: учебное пособие / А.С. Брыков. – СПбГТИ(ТУ), 2011. – 146 с.

б) электронные издания

5. Козлов, В.В. Методы синтеза нанопорошков и наноструктур. Методические указания / В.В. Козлов. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 16 с. (ЭБ)
6. Орданьян, С.С. Проектирование состава, структуры и свойств керамических конструкционных наноматериалов: учебное пособие / С.С. Орданьян, А.Е. Кравчик. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 84 с. (ЭБ)
7. Орданьян, С.С. Теоретические основы управляемого спекания наноструктурных материалов : учебное пособие / С.С. Орданьян, И.Б. Пантелеев. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 33 с. (ЭБ)
8. Орданьян, С.С. Технология наноструктурированных керамических материалов. Новые керамические инструментальные материалы : учебное пособие / С.С. Орданьян, И.Б. Пантелеев. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 86 с. (ЭБ)
9. Пантелеев, И. Б. Теоретические основы технологии керамики [Текст]: учебное пособие / И. Б. Пантелеев, Л. В. Козловский – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. –114 с.(ЭБ)
10. Пантелеев, И. Б. Химическая технология тонкой и строительной керамики: учебное пособие / И. Б. Пантелеев. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. –104 с. (ЭБ)

11. Суворов, С.А. Процессы разрушения, оптимизация свойств и выбор высокотемпературных наноструктурированных материалов. Учебное пособие / С.А. Суворов, В.В. Козлов, Н.В. Арбузова. – СПб. : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 133 с.

12. Медведева, И.Н. Гармонизованные с европейскими нормами стандарты на цементы: учеб. Пособие // И.Н. Медведева, В.И. Корнеев, Е.Ю. Алешунина. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 35 с.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

www.consultant.ru - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

www.scopus.com - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство ИОР (Великобритания);

www.oxfordjournals.org - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПб ГТИ(ТУ) 018-2014 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;
постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
национальные стандарты и технические регламенты;
базы данных, каталоги, блок-схемы, иллюстрирующие изучаемый материал;
плакаты, таблицы с моделями планирования эксперимента и др.;
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- OpenOffice.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worlddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники.

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория отделения керамики (помещение № 8), 24 посадочных места. Аудитория оборудована проектором и компьютером для демонстрации презентаций и учебных видеоматериалов, стендами с наглядными образцами изделий и материалов.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-5	Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описать процесс достижения заданного уровня свойств в материале.	промежуточный
ПК-6	Способен организовать проведение анализа и анализировать структуру новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики.	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-5.1 Знание термодинамических, физико-химических и физических свойств твердых веществ в наномасштабном диапазоне; методов синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе.	Знает методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе (ЗН-1)	Ответы на задания № 1-6 к зачёту	Называет основные методы синтеза твердых веществ.	Излагает современное состояние синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе.	Перечисляет параметры и способы управления процессом синтеза твердых веществ в наномасштабном диапазоне.
	Умеет оценивать физико-химические и физические свойства твердых веществ в наномасштабном диапазоне (У-1)	Ответы на задания № 7-9 к зачёту	Показывает навыки измерения физико-химические и физические свойства твердых веществ.	Перечисляет термодинамические, физико-химические и физические свойства твердых веществ в наномасштабном диапазоне.	Решает проблему создания твердых веществ в наномасштабном диапазоне, исходя из конкретных производственных задач.
	Владет знаниями по нанотехнологии, наноматериалам в керамической технологии (Н-1)	Ответы на задания № 10-13 к зачёту	Рассказывает о нанотехнологии, наноматериалам в керамической технологии.	Рассказывает о термомеханической совместимости фаз в композиционных наноматериалах.	Рассказывает о фундаментальных физических основах, определяющих важнейшие свойства керамических композиционных наноматериалов.

<p>ПК-6.1 Знание методов регулирования структуры керамических материалов при свободном спекании; перспектив разработки наноструктурированных керамических материалов в много-компонентных системах.</p>	<p>Знает механизмы спекания наноразмерных порошков, аппаратное оформление обжига (ЗН-2)</p>	<p>Ответы на задания № 14-22 к зачёту</p>	<p>Объясняет методы: «Холодное» прессование, электрофорез, литье пленок, фильтрация под давлением, центрифугирование.</p>	<p>Называет особенности высокотемпературной диффузии в наноструктурированных керамических материалов.</p>	<p>Объясняет особенности диффузионных процессов в ансамбле наночастиц, механизмы массопереноса, рекристаллизация при спекании.</p>
	<p>Умеет ориентироваться в выборе методов управления строением и свойствами наноструктурированных керамических материалов (У-2)</p>	<p>Ответы на задания № 23-29 к зачёту</p>	<p>Объясняет влияние структуры на прочностные характеристики наноструктурированных керамических материалов.</p>	<p>Перечисляет основные положения теории хрупкого разрушения наноструктурированных керамических материалов.</p>	<p>Решает задачи выбора метода управления строением и свойствами наноструктурированных керамических материалов.</p>
	<p>Владеет методами исследования структуры наноструктурированных керамик (Н-2)</p>	<p>Ответы на задания № 30-34 к зачёту</p>	<p>Решает задачи выбора метода управления микроструктурой и свойствами наноструктурированных керамик.</p>	<p>Решает задачи выбора метода регулирования свойств наноструктурированных керамик.</p>	<p>Объясняет иерархическую связь и подчиненность структурных уровней наноструктурированных керамик различной химической природы.</p>

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта. Для получения зачёта должен быть достигнут «пороговый» уровень сформированности компетенций.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-5:

1. Получение наночастиц методом механосинтеза, измельчения, применяемые механоактиваторы.
2. Получение наночастиц методом плазмохимического синтеза твердых веществ.
3. Получение наночастиц соединений методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.
4. Получение наночастиц твердых веществ методом испарения-конденсации.
5. Получение наночастиц методом золь-гель технологии, примеры.
6. Получение наночастиц твердых веществ методом электрического взрыва.
7. Методы оценки размера твердых веществ (в диапазоне $10 \div 10^5$ нм), применяемых при создании керамики.
8. Особенности структурного состояния наночастиц ($d \leq 100$ нм).
9. Природа дефектов в наночастицах, связь с методом получения.
10. Роль поверхности и поверхностного состояния атомов в наночастицах на поведение ансамбля частиц.
11. Специфика технологических свойств ансамбля наночастиц при разработке керамики.
12. Размерные эффекты, проявляемые в изменении физических свойств.
13. Причины появления метастабильных модификаций твердых веществ в нанодиапазоне.

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-6:

14. Первичная консолидация нанопорошков, закономерности и особенности метода одноосного прессования.
15. Центрифугирование, электрофорез, литье пленок.
16. Поровая структура первично консолидированных порошков как функция размера частиц.
17. Механизмы аннигиляции пор в спекаемой керамической прессовке.
18. Вторичная консолидация – спекание, задачи применительно к получению керамики с планируемыми свойствами.
19. Спекание в камерах высокого давления, преимущества и недостатки.
20. Горячее прессование, горячее изостатическое прессование, преимущества и недостатки.
21. Электрофорезное (eps) спекание.
22. Свободное спекание нанопорошков, особенности диффузионных процессов в прессовках наночастиц.
23. Рекристаллизационные процессы, их роль формировании структуры керамики.
24. Деградация «наноразмерности» в системах с высокой избыточной поверхностной энергией.
25. Метод управляющей траектории спекания, суть метода, его недостатки.
26. Спекание с контролируемой скоростью уплотнения, суть метода, его недостатки.
27. Идеология разработки многокомпонентных керамик, физико-химические принципы, обеспечивающие сохранность наноразмерности при свободном спекании.

28. Исследование структуры объемных керамик с наноразмерными зернами твердой фазы.

29. Особенности строения межзеренных, межфазных границ, «тройных стыков» в наноструктурированных керамиках.

30. Влияние дисперсности фазовых составляющих наноструктурированных керамик на физические свойства.

31. Влияние дисперсности фазовых составляющих наноструктурированных керамик на механические свойства.

32. Упрочнение нанокерамик – создание керамоматричных композиций, примеры.

33. Влияние температуры на свойства нанокерамик – ползучесть, сверхпластичность.

34. Примеры использования наноструктурированных керамик в различных областях техники.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.