

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 02.11.2023 12:39:16  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ

Врио проректора по учебной  
и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский

25 января 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**НАНОМАТЕРИАЛЫ В ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И**  
**СИЛИКАТОВ**

Направление подготовки

**22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

Направленность программы бакалавриата

**Материаловедение и технологии тугоплавких неметаллических материалов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **Химической технологии тугоплавких неметаллических  
и силикатных материалов**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Нanomатериалы в технологии неорганических веществ и силикатов» обсуждена на заседании кафедры химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов  
протокол от 19 января 2021 № 4

Заведующий кафедрой

И.Б. Пантелеев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов  
протокол от 21 января 2021 № 5

Председатель

С.Г. Изотова

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Материаловедение и технологии материалов»		Н.В. Захарова
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 (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	07
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	07
4.3.2. Лабораторные занятия.....	08
4.4. Самостоятельная работа.....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-1</b> Способен создавать и осуществлять инновационные (перспективные) технологические процессы получения и обработки материалов для достижения заданного комплекса свойств	<b>ПК-1.1</b> Выбор и обоснование типов тепловых процессов и аппаратов для достижения заданного комплекса свойств <b>наноматериалов</b> в технологии неорганических веществ и силикатов	<b>Знать:</b> основные технические решения при разработке перспективных технологических процессов <b>наноструктурированных</b> неорганических веществ и силикатов (ЗН-1); <b>Уметь:</b> давать оценку основных параметров сырья и готовой продукции для оперативного контроля технологического процесса (У-1); <b>Владеть:</b> методикой расчета основных показателей перспективных технологических процессов <b>наноструктурированных</b> неорганических веществ и силикатов (Н-1).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нanomатериалы в технологии неорганических веществ и силикатов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 2 образовательной программы бакалавриата. Дисциплина является факультативной и продолжает общетехнологическую подготовку бакалавров, создающую теоретическую и практическую базу для будущей профессиональной деятельности. Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Химические и физико-химические методы анализа». Полученные в процессе изучения дисциплины «Технологическое оборудование в производстве специальных тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» знания, умения и навыки, создающие теоретическую и практическую базу для профильных дисциплин и могут быть использованы при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>1/ 36</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>30</b>
занятия лекционного типа	14
занятия семинарского типа, в т.ч.	16
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	16 (8)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	–
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	–
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	–
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Зачет</b>

\* практическая подготовка только для дисциплин с ПК

#### 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	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Нанотехнология, наноматериалы в технологии	2		-	3	ПК-1	ПК-1.1
2.	Роль новых материалов и новых технологий в развитии техники	1	4	-	3	ПК-1	ПК-1.1
3.	Методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе	2		-		ПК-1	ПК-1.1
4.	Методы оценки нанопорошков	2	2	-		ПК-1	ПК-1.1
5.	Консолидация наночастиц	1	2	-		ПК-1	ПК-1.1
6.	Спекание наноматериалов	2	4	-		ПК-1	ПК-1.1
7.	Методы исследования структуры наноматериалов	2	4	-		ПК-1	ПК-1.1
8.	Свойства наноматериалов	2		-		ПК-1	ПК-1.1

##### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1.	Нанотехнология, наноматериалы в технологии. Наномодифицированные материалы – перспективный класс неорганических материалов со специальными свойствами. Наноматериалы как химико-технологический процесс, исторический приоритет нанокерамики.	2	Л
2.	Роль новых материалов и новых технологий в развитии техники. Проблемы применения нанопорошков в технологии – разработка, оборудование, деградация свойств вещества в наномасштабном состоянии во времени.	1	Л, ЛВ
3.	Методы синтеза твердых веществ в наноразмерном масштабе – механосинтез, измельчение, газофазный, плазмохимический, самораспространяющийся высокотемпературный синтез, золь–гель, метод испарения–конденсации, электрический взрыв и др.	2	Л, ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4.	Методы оценки нанопорошков. Электронная микроскопия. Рентгенографический метод, методы определения удельной поверхности по газовой адсорбции, седиментации. Технологические свойства нанопорошков (насыпная масса, агломерированность, текучесть и др.).	2	Л, ЛВ
5.	Консолидация наночастиц. Прессование, электрофорез, литье пленок, фильтрация под давлением, центрифугирование. Характеристики пористости формованных образцов из наночастиц.	1	Л, ЛВ
6.	Спекание наноматериалов – 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	Л, Э
7.	Методы исследования структуры наноматериалов – электронная микроскопия, сканирующая зондовая микроскопия (атомно-силовая), метод аннигиляции позитронов. Анализ строения межзеренных, межфазных границ раздела в наноструктурированных керамиках.	2	Л, ЛВ
8.	Свойства наноматериалов, определение размера зерен, строения границ раздела. Методы оценки свойств наноматериалов – динамические, статические, вязкость разрушения, трещиностойкость, твердость однородных и гетерофазных керамик. Упрочнение наноматериалов.	2	Л, ЛВ

### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
2.	Ансамбль наночастиц. Удельная поверхность, методы определения, распределение частиц по размерам.	4	2	

№ раздела дисципли ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
	Состояние поверхности, роль поверхностных атомов в проявляемых свойствах при низких температурах и спекании. Оценка доли поверхностных атомов в зависимости о размера частиц			
4.	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	1	ДИ, РИ
5.	Методы регулирования структуры материалов при спекании. Перспектива разработки наноструктурированных материалов в многокомпонентных системах	2	1	КтСм
6.	Объемные наноматериалы. Особенности межзеренных и межфазных границ. Методы оценки структуры наноматериалов. Физические и термодинамические свойства наноматериалов как функция размера. Закономерности изменения свойств в наноконпозициях	4	2	
7.	Области применения наноматериалов – машиностроение, авиация, космос, атомная энергетика	4	2	

#### 4.3.2. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены



#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Основные этапы истории изучения наноразмерного состояния твердых веществ, применяемых при создании керамики. Роль российских ученых, работы академика Тананаева. Разработка методов получения порошков твердых веществ в наноразмерном состоянии в зависимости от химической связи. Изучение особенностей технологии производства машиностроительных наноматериалов (на примере получения твердых сплавов, покрытий).	3	Устный или письменный опрос
2	Основные типы структур наноматериалов и методы их изготовления (по Тейтеру). Методы получения нанопористых наноматериалов. Структура и свойствами углеродных нанофаз – фуллерены, нанотрубки, композиции с их участием. Методы получения наноматериалов из аморфного состояния. Дисперсионноупрочненные материалы, стеклокерамики. Влияние размера частиц на диэлектрические и магнитные свойства. Нанокерамика в медицине.	3	Устный или письменный 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 информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения заданных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) теоретического характера.

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

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Получение наночастиц методом плазмохимического синтеза твердых веществ.
2. Влияние дисперсности фазовых составляющих наноматериалов на механические свойства.

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 «удовлетворительно».

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**а) печатные издания:**

1. Брыков, А.С. Химия силикатных и кремнеземсодержащих вяжущих материалов : учебное пособие / А.С. Брыков. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии строительных и специальных вяжущих веществ. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2011. – 144 с.

2. Введение в нанотехнологию: учебник / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 457 с. – ISBN 978-5-8114-1318-8.

3. Основы материаловедения, коррозии и технологии материалов: учебное пособие / М.М. Сычев, В.Н. Коробко, Т.В. Лукашова, С.В. Мякин. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2011. – 94 с.

4. Основы нанотехнологии: учебник / Н.Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 397 с. – ISBN: 978-5-9963-0853-8.

**б) электронные издания:**

1. Козлов, В.В. Методы синтеза нанопорошков и наноструктур: методические указания / В.В. Козлов. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии высокотемпературных материалов. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 16 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Медведева, И.Н. Гармонизованные с европейскими нормами стандарты на цементы : учебное пособие // И.Н. Медведева, В.И. Корнеев, Е.Ю. Алешунина. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии строительных и специальных вяжущих веществ. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2010. – 35 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Орданьян, С.С. Проектирование состава, структуры и свойств керамических конструкционных наноматериалов: учебное пособие / С.С. Орданьян, А.Е. Кравчик. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тонкой технической керамики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 84 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4. Орданьян, С.С. Теоретические основы управляемого спекания наноструктурных материалов : учебное пособие / С.С. Орданьян, И.Б. Пантелеев. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тонкой технической керамики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 33 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5. Орданьян, С.С. Технология наноструктурированных керамических материалов. Новые керамические инструментальные материалы : учебное пособие / С.С. Орданьян, И.Б. Пантелеев. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии тонкой технической керамики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2014. – 86 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6. Суворов, С.А. Процессы разрушения, оптимизация свойств и выбор высокотемпературных наноструктурированных материалов. Учебное пособие / С.А. Суворов, В.В. Козлов, Н.В. Арбузова. – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии высокотемпературных материалов. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 133 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.01.2021). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы - [media.technolog.edu.ru](http://media.technolog.edu.ru)
2. ЭБ "Библиотех" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки);
3. Информационно-справочные поисковые системы и БД в сети Интернет

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

1. СТО СПбГТИ(ТУ) 026-2016. Положение о бакалавриате./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2016.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 38 с.

2. СТП СПбГТИ 040-02. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.07.2002.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002.- 7 с.

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

4. СТП СПбГТИ 048-2009. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2010.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 6 с.

5. СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с.

В ходе лекционных занятий обучающемуся необходимо готовить конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Провести проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Для работы на практических занятиях необходимы: проработка рабочей программы, уделив особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины, и конспектирование источников, а также изучение конспекта лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и просмотр рекомендуемой литературы.

## **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;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Word)

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Реализация программы учебной дисциплины не предполагает наличия специализированного учебного кабинета при условии соответствия учебных кабинетов санитарным нормам, а его оборудования – изложенным ниже требованиям:

1. Учебная аудитория на 25 и более мест
2. Персональный компьютер.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.
5. Комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине.

Практические занятия проводятся в учебном кабинете, отвечающем санитарным нормам, а его оборудование – следующим требованиям:

1. Учебная аудитория на 25 и более мест
2. Персональные компьютеры для обучающихся.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.

## **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 «Нanomатериалы в технологии неорганических веществ и силикатов»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен создавать и осуществлять <b>инновационные</b> (перспективные) технологические <b>процессы</b> <b>получения и обработки материалов</b> для достижения заданного комплекса	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)
<b>ПК-1.1</b> Выбор и обоснование типов тепловых процессов и аппаратов для достижения заданного комплекса свойств наноматериалов в технологии неорганических веществ и силикатов	<b>Называет</b> основные технические решения при разработке перспективных технологических процессов наноструктурированных неорганических веществ и силикатов (ЗН-1);	Правильные ответы на вопросы № 1-11 к зачету	Называет основные виды и требования к технологическому оборудованию для получения наноматериалов.	Перечисляет принципы создания композиционных наноматериалов с регулируемой структурой.	Рассказывает о строении кристаллических материалов, их реальной макро-, микро и наноструктуре, взаимосвязи свойств со структурой.
	<b>Дает оценку</b> основных параметров сырья и готовой продукции для оперативного контроля технологического процесса (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 12-23 к зачету	Называет основные виды приборов и средств контроля на важнейших технологических этапах производства наноматериалов.	Излагает причинно-следственную связь между свойствами создаваемых наноматериалов, их структурой и технологией изготовления.	Осуществляет оптимальный выбор оборудования на основе знаний иерархической связи и подчиненности структурных уровней наноматериалов различной химической природы, создаваемых путем консолидации дисперсных одно- и многофазных систем.
	<b>Объясняет</b> методику расчета основных показателей перспективных технологических процессов наноструктурированных неорганических веществ и силикатов (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 24-33 к зачету	Перечисляет основные современные проектные решения создания наноматериалов с регулируемыми свойствами.	Показывает навыки работы с программами для расчета производственного оборудования производства керамических наноматериалов с учетом их особенностей.	Демонстрирует представления о фундаментальных физических основах, определяющих важнейшие свойства композиционных наноматериалов.

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации** **Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента** **по компетенции ПК-1:**

1. Методы оценки размера твердых веществ (в диапазоне  $10 \div 10^5$  нм), применяемых при создании керамики.
2. Особенности структурного состояния наночастиц ( $d \leq 100$  нм).
3. Природа дефектов в наночастицах, связь с методом получения.
4. Роль поверхности и поверхностного состояния атомов в наночастицах на поведение ансамбля частиц.
5. Специфика технологических свойств ансамбля наночастиц при разработке керамики.
6. Размерные эффекты, проявляемые в изменении физических свойств.
7. Причины появления метастабильных модификаций твердых веществ в нанодиапазоне.
8. Получение наночастиц методом механосинтеза, измельчения, применяемые механоактиваторы.
9. Получение наночастиц методом плазмохимического синтеза твердых веществ.
10. Получение наночастиц соединений методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.
11. Получение наночастиц твердых веществ методом испарения–конденсации.
12. Получение наночастиц методом золь–гель технологии, примеры.
13. Получение наночастиц твердых веществ методом электрического взрыва.
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. Вторичная консолидация – спекание, задачи применительно к получению наноматериалов с планируемыми свойствами.
18. Спекание в камерах высокого давления, преимущества и недостатки.
19. Горячее прессование, горячее изостатическое прессование, преимущества и недостатки.
20. Электрофорезное (eps) спекание.
21. Свободное спекание нанопорошков, особенности диффузионных процессов в прессовках наночастиц.
22. Рекристаллизационные процессы, их роль формировании структуры керамики.
23. Деградация наноразмерности в системах с высокой избыточной поверхностной энергией.
24. Метод управляющей траектории спекания, суть метода, его недостатки.
25. Спекание с контролируемой скоростью уплотнения, суть метода, его недостатки.
26. Идеология разработки многокомпонентных наноматериалов, физико-химические принципы, обеспечивающие сохранность наноразмерности при свободном спекании.
27. Исследование структуры объемных наноматериалов с наноразмерными зернами твердой фазы.
28. Особенности строения межзеренных, межфазных границ, «тройных стыков» в наноструктурированных наноматериалах.
29. Влияние дисперсности фазовых составляющих наноматериалов на физические свойства.

30. Влияние дисперсности фазовых составляющих наноматериалов на механические свойства.

31. Упрочнение наноматериалов – создание керамоматричных композиций, примеры.

32. Влияние температуры на свойства наноматериалов – ползучесть, сверхпластичность.

33. Примеры использования наноматериалов в различных областях техники.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

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

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.