

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  
«25» марта 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**КЕРАМОМАТРИЧНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

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		доцент Вихман С.В.

Рабочая программа дисциплины «Керамоматричные композиционные материалы» 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 .....	08
4.4.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.4.2. Лабораторные занятия .....	09
4.5. Самостоятельная работа обучающихся .....	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 ....	13

**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><b>ПК-3</b> Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности</p>	<p><b>ПК-3.1</b> Знание методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств керамоматричных композиционных материалов.</p>	<p><b>Знать:</b> – виды матричных и волоконных компонентов для конструирования (ЗН-1). <b>Уметь:</b> – выбрать методы управления строением и свойствами материалов, опираясь на диаграммы состояния, свойства компонентов и технологические возможности (У-1). <b>Владеть:</b> – технологиями поликристаллических неорганических волокон (Н-1).</p>
<p><b>ПК-5</b> Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описать процесс достижения заданного уровня свойств в материале</p>	<p><b>ПК-5.1</b> Знание физических и химических процессов, протекающих в керамоматричных композиционных материалах при их получении, обработке и модификации.</p>	<p><b>Знать:</b> – принципы создания композиционных керамоматричных материалов с регулируемой структурой (ЗН-2). <b>Уметь:</b> – выявлять причинно-следственную связь между свойствами создаваемых керамоматричных композиционных наноматериалов, их структурой и технологией изготовления (У-2). <b>Владеть:</b> – методами изучения свойств и моделированием оксидных и безоксидных композиционных керамоматричных материалов (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.01) и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Новые композиционные наноструктурированные материалы», «Аттестация свойств наноструктурированных материалов», «Получение и анализ чистых и особо чистых веществ». Полученные в процессе изучения дисциплины «Керамоматричные композиционные материалы» 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>1/36</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>20</b>
занятия лекционного типа	10
занятия семинарского типа, в т.ч.	10
семинары, практические занятия	10
лабораторные работы	–
курсовое проектирование (КР или КП)	–
КСР	–
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>16</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	<b>Устный опрос</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>Зачёт</b>

#### 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.	Волокнистые керамоматричные композиционные материалы (ККМ). Особенности получения ККМ. Многокомпонентные оксидные волокна.	3	4		5	ПК-3
2.	Получение карбидоуглеродных волокон. Высокотемпературные композиты. ККМ, полученные жидкокремниевой пропиткой (ЖКП).	3	3		5	ПК-3
3.	Композиты SiC/SiC. Безоксидные ККМ. Оксид/оксидные ККМ.	4	3		6	ПК-5

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ПК-3.1	Волокнистые керамоматричные композиционные материалы (ККМ). Особенности получения ККМ. Многокомпонентные оксидные волокна. Получение карбидоуглеродных волокон. Высокотемпературные композиты. ККМ, полученные жидкокремниевой пропиткой (ЖКП).
2.	ПК-5.1	Композиты SiC/SiC. Безоксидные ККМ. Оксид/оксидные ККМ.

### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Волокнистые керамоматричные композиционные материалы (ККМ). Особенности получения ККМ. Многокомпонентные оксидные волокна.</u></p> <p>Волокнистые керамоматричные композиционные материалы (ККМ), области применения и технология новых керамических материалов. Свойства и области применения ККМ. Особенности получения ККМ, содержащих волокнистые компоненты, их структура и свойства. Технология получения поликристаллических неорганических волокон. Многокомпонентные оксидные волокна, их структура и свойства. Получение высокотемпературных керамических материалов на основе волокон тугоплавких оксидов.</p>	3	Дискуссия
2	<p><u>Получение карбидоуглеродных волокон. Высокотемпературные композиты. ККМ, полученные жидкокремниевой пропиткой (ЖКП).</u></p> <p>Свойства керамических волокнистых материалов и их применение. Получение карбидоуглеродных волокон и материалов на их основе. Высокотемпературные композиты с керамической матрицей. Новые высокотемпературные оксидные волокна. Применение ККМ, полученных методом жидкокремниевой пропитки (ЖКП). Обработка безоксидных керамоматричных композиционных материалов (ККМ).</p>	3	Слайд-презентация, групповая дискуссия
3	<p><u>Композиты SiC/SiC. Безоксидные ККМ. Оксид/оксидные ККМ.</u></p> <p>Композиты с керамической матрицей, армированные углеродным волокном. Получение волокон из нитрида алюминия и их применение в композитных материалах. Изучение свойств и моделирование безоксидных ККМ. Неупругие свойства композитов с керамической матрицей при циклической усталости. Оксид/оксидные композиты: управление микроструктурой и свойствами. Получение и свойства оксид/оксидных композитов для промышленного применения.</p>	4	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	<p><u>Волокнистые керамоматричные композиционные материалы (ККМ). Особенности получения ККМ. Многокомпонентные оксидные волокна.</u></p> <p>Развитие исследований в области создания ККМ со специальными свойствами. Перспективы ее использования. Синтез реакционно-активных оксидных волокон. Полимерные волокна и особенности их пропитки растворами соединений металлов. Процессы получения керамических материалов из оксидных волокон и сухих связующих. Технологические процессы получения керамических материалов из пористых оксидных волокон.</p>	4	
2	<p><u>Получение карбидоуглеродных волокон. Высокотемпературные композиты. ККМ, полученные жидкокремниевой пропиткой (ЖКП).</u></p> <p>Получение углеродных волокон, содержащих карбид кремния. Особенности формирования волокон C-TiC. Новое волокно Si-N-C с низким содержанием кислорода, полученное из винилсодержащего полисилазанового предполимера. Получение безоксидных керамических волокон систем Si-C-N и Si-B-C-N. Применение безоксидных ККМ. Композиты с SiC-матрицей для высокотемпературных сфер применения.</p>	3	Слайд-презентация, групповая дискуссия
3	<p><u>Композиты SiC/SiC. Безоксидные ККМ. Оксид/оксидные ККМ.</u></p> <p>Реакционноспеченный нитрид кремния, армированный короткими волокнами SiC. Получение жидкофазно-спеченных многослойных композитов из SiC и AlN. ККМ, армированные углеродным волокном: получение, свойства, защита от окисления. Механизмы разрушения C/C-SiC-керамики. Пористые композиты с муллитовой матрицей, армированные оксидным волокном и спеченные фосфатом алюминия. Прогнозирование механизма разрушения SiC/SiC-композитов.</p>	3	



#### 4.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<u>Волокнистые керамоматричные композиционные материалы (ККМ).</u> <u>Особенности получения ККМ.</u> <u>Многокомпонентные оксидные волокна.</u> Особенности структурных превращений в пористых керамических волокнах.	5	Устный опрос № 1
2	<u>Получение карбидоуглеродных волокон.</u> <u>Высокотемпературные композиты. ККМ,</u> <u>полученные жидкокремниевой пропиткой (ЖКП).</u> Получение и свойства карбидоуглеродных пористых композиционных материалов. Улучшение прочности материалов C/SiC.	5	Устный опрос № 2
3	<u>Композиты SiC/SiC. Безоксидные ККМ.</u> <u>Оксид/оксидные ККМ.</u> Материальная модель разработки структур волоконных композитов с керамической матрицей.	6	Устный опрос № 2

#### 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: <http://media.technolog.edu.ru>

#### 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.

Пример билета к зачету:

1. Технология получения поликристаллических неорганических волокон.
2. Получение карбидоуглеродных волокон и материалов на их основе.

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. 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.
2. 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.
3. Введение в нанотехнологию: учебник / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, Г.Н. Лукьянов, В.А. Тупик. – СПб. : Лань, 2012. – 457 с.
4. 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.
5. Научные основы нанотехнологий и новые приборы : учебник-монография/Долгопрудный.: Интеллект, 2011. – 527 с.
6. Вихман, С.В. Физико-химические основы технологии наноструктурированных конструкционных керамических материалов : методические указания к лабораторным работам / С. В. Вихман, О. А. Кожевников ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии тонкой техн. керамики. - СПб, 2012. - 47 с.

### **б) электронные издания**

1. Орданьян, С.С. Теоретические основы управляемого спекания наноструктурных материалов: учебное пособие / С.С. Орданьян, И.Б. Пантелеев – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014. – 33 с.
2. Основы нанотехнологии: учебник / Н.Т. Кузнецов, В.Н. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 397 с.
3. 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.
4. Пантелеев, И. Б. Теоретические основы технологии керамики: учебное пособие/И. Б. Пантелеев, Л. В. Козловский – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012.– 114 с.

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

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

С компьютеров института открыт доступ к:

[www.elibrary.ru](http://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](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

[www.scopus.com](http://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 ИОП (Великобритания);  
[www.oxfordjournals.org](http://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 «Керамоматричные композиционные материалы» 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 приходиться, 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](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 «Керамоматричные композиционные материалы»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-3</b>	<b>Способен осуществлять анализ новых технологий производства материалов и разрабатывать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных, инструментальных, композиционных и иных материалов с целью повышения их конкурентоспособности</b>	промежуточный
<b>ПК-5</b>	<b>Способен определять соответствие готового изделия заявленным потребительским характеристикам; прогнозировать и описать процесс достижения заданного уровня свойств в материале</b>	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-3.1</b> Знание методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств керамоматричных композиционных материалов.	<b>Знает</b> виды матричных и волоконных компонентов для конструирования (ЗН-1)	Ответы на задания № 1-3 к зачёту	Называет основные виды волокнистых керамоматричных композиционных материалы, их области применения и технологии.	Излагает современное состояние исследований в области создания ККМ со специальными свойствами.	Формулирует особенности структурных превращений в пористых керамических волокнах.
	<b>Умеет</b> выбрать методы управления строением и свойствами материалов, опираясь на диаграммы состояния, свойства компонентов и технологические возможности (У-1)	Ответы на задания № 4-7 к зачёту	Правильно выбирает технологию получения поликристаллических неорганических волокон.	Интерпретирует данные о свойствах керамических волокнистых материалов и областью их применения.	Правильно выбирает метод научного исследования ККМ, исходя из конкретных производственных задач.
	<b>Владеет</b> технологиями поликристаллических неорганических волокон (Н-1)	Ответы на задания № 8-12 к зачёту	Решает задачи выбора методики оценки свойств керамических волокнистых материалов.	Показывает навыки регулирования свойств карбидоугольных пористых композиционных материалов.	Правильно выбирает технологию карбидоуглеродных волокон, высокотемпературных композитов, полученных жидкокремниевой пропиткой.

<b>ПК-5.1</b> Знание физических и химических процессов, протекающих в керамоматричных композиционных материалах при их получении, обработке и модификации.	<b>Знает</b> принципы создания композиционных керамоматричных материалов с регулируемой структурой (ЗН-2)	Ответы на задания № 13-14 к зачёту	Излагает основы изучения свойств и моделирования оксидных и безоксидных ККМ.	Излагает широкий спектр оксидных и безоксидных ККМ.	Излагает материальную модель разработки структур волоконных композитов с керамической матрицей.
	<b>Умеет</b> выявлять причинно-следственную связь между свойствами создаваемых керамоматричных композиционных наноматериалов, их структурой и технологией изготовления (У-2)	Ответы на задания № 15-16 к зачёту	Показывает навыки определять свойства оксидных и безоксидных ККМ промышленного применения.	Показывает навыки получения жидкофазно-спеченные многослойные композиты.	Показывает навыки выявления взаимосвязи структуры и свойств оксидных и безоксидных ККМ .
	<b>Владеет</b> методами изучения свойств и моделированием оксидных и безоксидных композиционных керамоматричных материалов (Н-2)	Ответы на задания № 17-18 к зачёту	Показывает навыки управления микроструктурой и свойствами оксидных и безоксидных ККМ.	Показывает навыки регулирования свойств оксидных и безоксидных ККМ.	Интерпретирует данные о различных механизмах разрушения оксидных и безоксидных ККМ.

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 знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:**

1. Волокнистые керамоматричные композиционные материалы (ККМ), области применения.
2. Многокомпонентные оксидные волокна, их структура и свойства.
3. Композиты с SiC-матрицей для высокотемпературных сфер применения.
4. Создание ККМ со специальными свойствами.
5. Получение высокотемпературных керамических материалов на основе волокон тугоплавких оксидов.
6. Технология получения поликристаллических неорганических волокон.
7. Высокотемпературные композиты с керамической матрицей.
8. Синтез реакционно-активных оксидных волокон.
9. Получение карбидоуглеродных волокон и материалов на их основе.
10. Особенности формирования волокон C–TiC.
11. Получение безоксидных керамических волокон систем Si-C-N и Si-B-C-N.
12. ККМ, полученные методом жидкокремниевой пропитки (ЖКП).

#### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:**

13. Композиты с керамической матрицей, армированные углеродным волокном.
14. Получение волокон из нитрида алюминия и их применение в композитных материалах.
15. ККМ, армированные углеродным волокном: получение, свойства, защита от окисления.
16. Оксид/оксидные композиты: управление микроструктурой и свойствами.
17. Пористые композиты с муллитовой матрицей, армированные оксидным волокном.
18. Реакционноспеченный нитрид кремния, армированный короткими волокнами SiC.

### **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.