

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**  
**СОСТАВ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

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 **Химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов**

Санкт-Петербург

2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Козлов В.В.

Рабочая программа дисциплины «Состав, структура и свойства огнеупорных материалов»  
обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения  
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
4.5. Самостоятельная работа обучающихся .....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	11
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 .....	13
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><b>ПК-1</b> Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач</p>	<p>ПК-1.4 Знание принципов расчёта химического, фазового, компонентного состава огнеупорных материалов</p>	<p><b>Знать:</b> принципы расчёта химического, фазового, компонентного состава огнеупорных материалов (ЗН-1)  <b>Уметь:</b> определять фазовый состав огнеупорных материалов на основе диаграмм состояния и с применением специализированного ПО (У-1)  <b>Владеть:</b> методикой пересчёта химического состава в массовых, объёмных и мольных долях (Н-1)</p>
<p><b>ПК-4</b> Способен моделировать процессы обработок и прогнозировать результаты их осуществления при различных режимах, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования</p>	<p>ПК-4.3 Знание основных параметров микроструктуры огнеупорных материалов и методов их определения</p>	<p><b>Знать:</b> основные параметры микроструктуры огнеупорных материалов (ЗН-2)  <b>Владеть:</b> методами определения параметров микроструктуры огнеупорных материалов на основе микрофотографий шлифов (Н-2)</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>ПК-5.4 Знание основных свойств огнеупорных материалов, методов расчёта, экспериментальных методов определения</p>	<p><b>Знать:</b> основные свойства огнеупорных материалов, методы определения, методы расчёта (ЗН-3)</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.В.05) и изучается на 1 курсе в 2 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины: физика, общее материаловедение и технологии материалов, процессы и аппараты химической технологии. Полученные в процессе изучения дисциплины «Состав, структура и свойства огнеупорных материалов» 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>6/216</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>102</b>
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	64
семинары, практические занятия	32
лабораторные работы	32
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>87</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	<b>доклад</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен / 27</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.	Фазовый, химический и компонентный состав огнеупорных материалов.	4	4		27	ПК-1
2.	Структура огнеупорных материалов, параметры микроструктуры, стереометрия.	14	14	16	30	ПК-4
3.	Свойства огнеупорных материалов, моделирование и экспериментальное определение.	14	14	16	30	ПК-5

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

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ПК-1.4	Фазовый, химический и компонентный состав огнеупорных материалов.
2.	ПК-4.3	Структура огнеупорных материалов, параметры микроструктуры, стереометрия.
3.	ПК-5.4	Свойства огнеупорных материалов, моделирование и экспериментальное определение.

### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Фазовый, химический и компонентный состав огнеупорных материалов. Методики пересчёта химического состава материалов в массовых, объёмных, мольных долях. Правила расчёта компонентного состава на основе заданного химического состава материала (шихты, смеси). Определение фазового состава огнеупорных материалов на основе термодинамических принципов и диаграмм состояния.	4	Дискуссия
2	Структура огнеупорных материалов, параметры микроструктуры, стереометрия. Основные параметры микроструктуры огнеупорных материалов, статистический подход к исследованию микроструктуры на основе микрофотографий шлифов, основные стереометрические соотношения. Структурное состояние фаз в составе материала, теория перколяции в материаловедении.	14	Дискуссия
3	Свойства огнеупорных материалов, моделирование и экспериментальное определение. Свойства огнеупорных материалов: огнеупорность, температура деформации под нагрузкой, термостойкость, трещиностойкость, микротвёрдость, теплопроводность и теплоёмкость, пористость и механическая прочность огнеупоров, коэффициент линейного термического расширения. Аддитивные и структурозависимые свойства огнеупорных материалов.	14	Дискуссия

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p>Структура огнеупорных материалов, параметры микроструктуры, стереометрия.</p> <p>Исследование микроструктуры огнеупорных материалов. Определение основных параметров микроструктуры (объемная доля фаз, средний размер структурных единиц, удельная площадь поверхности границ раздела фаз на единицу объема, среднее число микрочастиц на единицу объема) на основе микрофотографий шлифов, полученных с помощью оптической или электронной микроскопии, с применением специализированного ПО.</p>	16	Мастер-класс в лаборатории
3	<p>Свойства огнеупорных материалов, моделирование и экспериментальное определение.</p> <p>Экспериментальное определение механической прочности огнеупорных материалов, термостойкости (стандартных теплосмен), температуры начала деформации под нагрузкой, трещиностойкости, микротвёрдости.</p>	16	Мастер-класс в лаборатории

##### 4.4.2. Практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Фазовый, химический и компонентный состав огнеупорных материалов.</p> <p>Расчёт равновесного фазового состава огнеупорных материалов на основе термодинамических принципов с применением специализированного ПО.</p> <p>Расчёт равновесного фазового состава огнеупорных материалов на основе диаграмм состояния.</p>	4	Мастер-класс



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p>Структура огнеупорных материалов, параметры микроструктуры, стереометрия.</p> <p>Теория перколяции в материаловедении, влияние структурного состояния ваз в составе материала на структурозависимые свойства.</p>	14	Мастер-класс
3	<p>Свойства огнеупорных материалов, моделирование и экспериментальное определение.</p> <p>Моделирование теплопроводности многофазных огнеупорных материалов, моделирование критериев термостойкости, критериев трещиностойкости многофазных огнеупорных материалов.</p> <p>Методики определения модуля упругости, коэффициента Пуассона, скорости распространения звука в материале. Неразрушающий контроль огнеупорных материалов.</p>	14	Мастер-класс

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Фазовый, химический и компонентный состав огнеупорных материалов.  Изучение современного программного обеспечения, предназначенного для расчёта равновесного фазового состава высокотемпературных материалов, многокомпонентных диаграмм состояния, на основе термодинамического принципа минимизации энергии Гиббса многокомпонентных систем.	27	доклад
2	Структура огнеупорных материалов, параметры микроструктуры, стереометрия.  Изучение современного программного обеспечения, предназначенного для исследования микроструктуры высокотемпературных материалов, методик подготовки лабораторных образцов для исследования. Основы теории перколяции с точки зрения фазового состава огнеупорных материалов.	30	доклад
3	Свойства огнеупорных материалов, моделирование и экспериментальное определение.  Изучение стандартных методик экспериментального определения огнеупорности, температуры деформации под нагрузкой, коэффициента линейного термического расширения, теплопроводности и теплоёмкости огнеупорных материалов.	30	доклад

##### 4.5.1 Темы докладов

1. Теплоёмкость и тепловое расширение материалов.
2. Методы экспериментального определения теплопроводности огнеупорных материалов.
3. Влияние температуры на теплопроводность пористых огнеупорных материалов.
4. Свойства и применение корундовой высокотемпературной керамики.
5. Свойства и применение материалов на основе SiC.
6. Свойства и применение периклазоуглеродистых огнеупорных материалов.
7. Параметры, влияющие на механическую прочность огнеупорных материалов.
8. Основы теории перколяции, с точки зрения материаловедения огнеупорных материалов.
9. Параметры, влияющие на скорость плавления огнеупорных материалов.
10. Свойства и применение огнеупорных материалов на основе кварцевого стекла.

## **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 экзамена.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется двумя теоретическими вопросами из разных разделов дисциплины (для проверки знаний), время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта заданий на экзамене:

### **Вариант № 1**

1. Перечислите критерии термостойкости (трещиностойкости), отражающие способность материала сопротивляться зарождению и продвижению трещины.
2. К какому типу свойств можно отнести огнеупорность материалов?

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 учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Кашеев, И.Д. Химическая технология огнеупоров: учебное пособие для студентов вузов/ И.Д. Кашеев, К.К. Стрелов, П.С. Мамыкин – М.: Интермет Инжиниринг, 2007 – 747 с.
2. Суворов С.А. Технология огнеупоров массового применения [Текст]: учебное пособие / С.А. Суворов, Т.М. Сараева, В.В. Козлов – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 59 с.
3. Суворов С.А. Технология огнеупоров [Текст]: учебное пособие / С.А. Суворов, Т.М. Сараева, В.В. Козлов – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 150 с. (+ЭБ)
4. 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. (+ЭБ)
5. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учебное пособие для вузов / А.П. Зубехин, С.П. Голованова, Е.А. Яценко и др. –М.: Картэк, 2010 – 307 с.
6. Пантелеев, И. Б. Теоретические основы технологии керамики [Текст]: учебное пособие / И. Б. Пантелеев, Л. В. Козловский – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 114 с. (

### **б) электронные 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. (ЭБ)
2. Суворов С.А. Технология огнеупоров массового применения [Текст]: учебное пособие / С.А. Суворов, Т.М. Сараева, В.В. Козлов – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 59 с. (ЭБ)

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. (ЭБ)

4. Пантелеев, И. Б. Теоретические основы технологии керамики: учебное пособие/И. Б. Пантелеев, Л. В. Козловский – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012.– 114 с. (ЭБ)

#### **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/journalsubjects> - Издательство ИОР (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);

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

Все виды занятий по дисциплине «Состав, структура и свойства огнеупорных материалов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 047-2008. КС УКДВ. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения студентов безопасности труда при проведении учебных лабораторных работ.

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;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

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

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- OpenOffice,
- imageJ.

### **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://worldddofaut.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 проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения практических занятий используют компьютерный класс с персональными компьютерами.

Для проведения мастер классов и демонстрации практической исследовательской работы используется следующее оборудование:

1. Анализатор размера частиц;
2. Дилатометр кварцевый ДКВ-4,
3. Гидравлические пресса с усилием 10 и 50 т.;
4. Установка для определения модуля Юнга, коэффициента Пуассона и скорости распространения звука в материале «Звук-130»;
5. Весы электронные аналитические, электронные технические;
6. Весы механические;
7. Лабораторные печи с карбидкремниевыми и дисилицидмолибденовыми

нагревателями с рабочей температурой до 1600<sup>0</sup>С;

8. Сушильные шкафы;

9. Установка для определения температуры начала деформации под нагрузкой;

10. Установка вакуумирования;

11. Лабораторная посуда: колбы, мерные цилиндры, чаши, тигли.

**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 «Состав, структура и свойства огнеупорных материалов»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	<b>Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов металлических, неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач</b>	промежуточный
ПК-4	<b>Способен моделировать процессы обработок и прогнозировать результаты их осуществления при различных режимах, в том числе с использованием стандартных пакетов компьютерных программ и средств автоматизированного проектирования</b>	промежуточный
ПК-5	<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-1.4</b> Знание принципов расчёта химического, фазового, компонентного состава огнеупорных материалов	<b>Знает</b> принципы расчёта химического, фазового, компонентного состава огнеупорных материалов (ЗН-1)	Ответы на вопросы к экзамену №1-2	Имеет представление о химическом составе огнеупорных материалов, способах задания химического состава.	Перечисляет способы задания химического состава огнеупорных материалов, методики пересчёта между массовыми, объёмными и мольными долями.	В полной мере перечисляет способы задания химического состава огнеупорных материалов, методики определения фазового и компонентного состава.
	<b>Умеет</b> определять фазовый состав огнеупорных материалов на основе диаграмм состояния и с применением специализированного ПО (У-1)	Ответы на вопросы №3-5 к экзамену	Имеет представление о методиках расчёта фазового состава огнеупорных материалов по диаграммам состояния и с использованием принципа минимизации энергии Гиббса.	Демонстрирует применение методик расчёта фазового состава огнеупорных материалов по диаграммам состояния и с использованием принципа минимизации энергии Гиббса.	Объясняет методики расчёта фазового состава огнеупорных материалов по диаграммам состояния и с использованием принципа минимизации энергии Гиббса.
	<b>Владеет</b> методикой пересчёта химического состава в массовых, объёмных и мольных долях (Н-1)	Ответы на вопрос № 6 к экзамену	Имеет представление о методике пересчёта между массовыми, объёмными и мольными долями.	Реализует принципы пересчёта между массовыми, объёмными и мольными долями.	Показывает принципы пересчёта между массовыми, объёмными и мольными долями.



<p><b>ПК-4.3</b> Знание основных параметров микроструктуры огнеупорных материалов и методов их определения</p>	<p><b>Знает</b> основные параметры микроструктуры огнеупорных материалов (ЗН-2)</p>	<p>Ответы на вопросы № 12-14 к экзамену</p>	<p>Имеет представление об основных параметрах микроструктуры высокотемпературных материалов.</p>	<p>Перечисляет основные параметры микроструктуры высокотемпературных материалов, стереометрические соотношения.</p>	<p>В полной мере рассказывает основные параметры микроструктуры высокотемпературных материалов, стереометрические соотношения, правила подготовки исходных данных для исследования микроструктуры материала.</p>
	<p><b>Владеет</b> методами определения параметров микроструктуры огнеупорных материалов на основе микрофотографий шлифов (Н-2)</p>	<p>Ответы на вопросы № 7-11 к экзамену</p>	<p>Имеет представление о структурном состоянии фаз в составе материала.</p>	<p>Различает структурное состояние фаз в составе материала, перечисляет основные положения теории перколяции с точки зрения материаловедения.</p>	<p>Решает задачи о структурном состоянии фаз, основах теории перколяции с точки зрения материаловедения, влиянии структурных параметров на фазовую перколяцию.</p>
<p><b>ПК-5.4</b> Знание основных свойств огнеупорных материалов, методов расчёта, экспериментальных методов определения</p>	<p><b>Знает</b> основные свойства огнеупорных материалов, методы определения, методы расчёта (ЗН-3)</p>	<p>Ответы на вопросы № 12-37 к экзамену</p>	<p>Имеет представление об основных свойствах огнеупорных материалов.</p>	<p>Перечисляет основные свойства огнеупорных материалов, имеет представление о методиках их экспериментального определения.</p>	<p>В полной мере перечисляет основные свойства огнеупорных материалов, методиках их экспериментального определения, влиянии структурных параметров, фазового и химического состава</p>

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Шкала оценивания – «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:**

1. Химический, компонентный и фазовый составы.
2. Взаимосвязь между химическим и равновесным фазовым составами высокотемпературных оксидных систем.
3. Методика определения равновесного фазового состава высокотемпературных материалов на основе 2-х и трёхкомпонентных диаграмм состояния.
4. Методика определения равновесного фазового состава высокотемпературных материалов на основе информации об ансамблях сосуществующих фаз.
5. Термодинамические принципы определения равновесного фазового состава высокотемпературных материалов.
6. Химический состав огнеупорных материалов: массовые, объёмные и мольные доли, методики пересчёта.

#### **б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:**

7. Что такое «кластер» с точки зрения теории перколяции?
8. Дайте определение бесконечного (перколяционного) кластера?
9. Что такое порог перколяции?
10. С точки зрения структуры многофазного материала: в каких принципиально разных состояниях может находиться фаза в материале?
11. Является ли перколированное или изолированное состояние фазы определяющим для аддитивных свойств материала?
12. Микроструктура материала, принципы описания микроструктуры в стереометрии.
13. Основные геометрические параметры микроструктуры материалов.
14. Основные стереометрические соотношения.

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

15. Чем отличаются физические свойства и технические параметры материалов?
16. В чем разница между аддитивными и структурозависимыми свойствами материалов?
17. К какому типу свойств относиться температурный интервал плавления (температура плавления) материалов?
18. К какому типу свойств можно отнести огнеупорность материалов?
19. К какому типу свойств относиться КЛТР материала?
20. К какому типу свойств относиться теплоемкость и теплопроводность материала?
21. К какому типу свойств относиться температура начала деформации под нагрузкой?
22. К какому типу свойств относиться термостойкость материала?
23. Как влияет теплопроводность и механическая прочность на термостойкость многофазного материала?
24. Как влияет значение КЛТР и механическая прочность на термостойкость многофазного материала?
25. Каким образом КЛТР многофазного материала зависит от КЛТР слагающих его фаз?

26. Перечислите критерии термостойкости, описывающие напряженное состояние материала в момент достижения критического значения перепада температуры.
27. Перечислите критерии термостойкости (трещиностойкости), отражающие способность материала сопротивляться зарождению и продвижению трещины.
28. На какой параметр надо ориентироваться при прогнозировании предельной температуры службы огнеупорного материала: огнеупорность или температура начала деформации под нагрузкой?
29. К какому типу свойств относиться модуль Юнга и предел прочности при сжатии?
30. Какой вид имеет зависимость аддитивных свойств от состава многофазного материала, и структурозависимых свойств?
31. Определение кажущейся плотности и открытой пористости.
32. Определение огнеупорности материалов.
33. Зависимость теплопроводности от пористости для огнеупорных материалов.
34. Определение теплопроводности огнеупорных материалов.
35. Механическая прочность многофазных материалов, теория Гриффитса.
36. Термомеханическое разрушение огнеупорных материалов.
37. Термические напряжения и термостойкость огнеупорных материалов.

**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.