

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.03.2024 13:35:01  
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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ**  
**ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Специальность

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация

**Химия материалов**

Квалификация

**Химик. Преподаватель химии**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **физической химии**

Санкт-Петербург

2023

**Б1.В.16**

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

## 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.....	06
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.....	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 .....	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	13
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.**

В результате освоения образовательной программы специалитета 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></p> <p>Способен использовать современные методы синтетической химии для получения и модификации функциональных неорганических композиционных материалов</p>	<p><b>ПК-1.3</b></p> <p>Использование методов высокотемпературного синтеза для получения и модификации функциональных материалов</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>классификацию твердофазных реакций, механизмы протекания твердофазных реакций, кинетику твердофазных реакций, методы исследования твердофазных реакций (ЗН-1);</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>проводить твердофазные реакции и реакции самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, выбирать реагенты для проведения реакции на основе термодинамических расчетов; подготовка реакционной смеси (сушка, доведения каждого реагента до мелкодисперсного состояния, расчет количества реагентов, перемешивание реакционной смеси) (У-1);</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками установления температуры начала твердофазной реакции с использованием синхронного термического анализа; разделения продуктов реакции аналитическими методами; рентгенофазовым анализом продуктов реакции (Н-1).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.16), и изучается на 4 курсе в 8 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Методы синтеза наноматериалов» и «Получение функциональных наноматериалов методами послойной химической сборки».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Высокотемпературный синтез функциональных материалов» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Основы технологии керамики», в научно-исследовательской работе, 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>2/ 72</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>52</b>
занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	-
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	32 (18)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>20</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Зачет</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	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Введение. Проблемы разработки функциональных материалов.	2	-	-	4	ПК-1	ПК-1.3
2	Высокотемпературные способы синтеза функциональных материалов. Экспериментальное осуществление, роль температуры.	4	-	14	4	ПК-1	ПК-1.3
3	Физико-химические особенности высокотемпературных процессов получения функциональных материалов.	6	-	12	6	ПК-1	ПК-1.3
4	Методы исследования процессов получения функциональных материалов	2	-	2	2	ПК-1	ПК-1.3
5	Высокотемпературные методы исследования функциональных материалов	2	-	4	4	ПК-1	ПК-1.3

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

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-1.3	<p>Введение. Проблемы разработки функциональных материалов.</p> <p>Высокотемпературные способы синтеза функциональных материалов. Экспериментальное осуществление, роль температуры.</p> <p>Физико-химические особенности высокотемпературных процессов получения функциональных материалов.</p> <p>Методы исследования процессов получения функциональных</p>

		<p>материалов.</p> <p>Высокотемпературные методы исследования функциональных материалов.</p>
--	--	--

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><i>Введение. Проблемы разработки функциональных материалов.</i></p> <p>Представление о современном состоянии материаловедения и о роли материалов в различных областях человеческой деятельности; Взаимосвязь использования различных областей науки: химии, физики и технологии для решения материаловедческих проблем</p>	2	Л
2	<p><i>Высокотемпературные способы синтеза функциональных материалов. Экспериментальное осуществление, роль температуры.</i></p> <p>Получение материалов методом твердофазных химических реакций.</p> <p>Метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Условия синтеза и современная аппаратура. Требования к материалу нагревателя, особенности конструкции и организации обжига.</p>	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<p><i>Физико-химические особенности высокотемпературных процессов получения функциональных материалов.</i></p> <p>Процессы термообработки порошкообразных смесей компонентов. Методы исследования термодинамических параметров твердофазных реакций. Процессы зародышеобразования в твердофазных реакциях Диффузия реагирующих компонентов. Химическое взаимодействие на границе исходные материалы – продукт реакции. Термодинамическая теория твердофазных процессов. Метод диффузионных пар Кинетические уравнения твердофазных взаимодействий. Кинетика твердофазных реакций в полудисперсных системах. Методы изучения кинетики твердофазных реакций. Методы активирования порошкообразных материалов Методы формования керамических изделий. Механизмы различных стадий спекания твердофазных материалов. Жидкофазное спекание. Спекание за счет пластической деформации</p>	6	ЛВ
4	<p><i>Методы исследования процессов получения функциональных материалов</i></p> <p>Термоаналитические и дифракционные методы. Микроскопические методы. Спектроскопические методы. Дилатометрия</p>	2	ЛВ
5	<p><i>Высокотемпературные методы исследования функциональных материалов.</i></p> <p>Основы метода визуально-политермического анализа. Высокотемпературная рентгеновская дифракция.</p>	2	ЛПК

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

Семинары, практические занятия в учебном плане не предусмотрены.

##### 4.4.2. Лабораторные работы



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	<p><b>Лабораторная работа 1.</b>  <i>Получение сложных оксидов методом твердофазных химических реакций.</i>            Расчет навесок по уравнению стехиометрической реакции образования целевого продукта. Выбор и подготовка реактивов для проведения твердофазных химических реакций получения целевых продуктов синтеза. Гомогенизация шихты. Прессование. Выбор режимов термической обработки и охлаждения образцов. Проведение термической обработки полученных образцов.</p>	8	4	-
2	<p><b>Лабораторная работа 2.</b>  <i>Получение сложных оксидов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.</i>            Расчет навесок по уравнению стехиометрической реакции образования целевого продукта. Выбор и подготовка реактивов для проведения самораспространяющегося высокотемпературного синтеза целевых продуктов синтеза. Проведение самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.</p>	6	2	-
3	<p><b>Лабораторная работа 3.</b>  <i>Изучение механизма и кинетики образования сложных оксидов.</i>            Определение лимитирующих стадий формирования и степени превращения целевых продуктов синтеза комплексом физико-химических методов исследования. Построение кинетических кривых.</p>	12	8	МГ

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
4	<b>Лабораторная работа 4.</b> <i>Дилатометрические исследования полученных образцов</i> Определение температур фазовых переходов, температур начала активизации твердофазных процессов, коэффициента термического расширения из данных дилатометрии.	2	-	Тр
5	<b>Лабораторная работа 5.</b> <i>Определение температур и характера плавления полученных образцов</i> Определение температур и характера плавления методом ВТМ с последующей характеристикой физико-химическими методами анализа. Оценка теплот плавления.	4	4	Тр

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<b>Тема 1.</b> Практические сферы применения различных типов материалов. Национальные и международные программы создания новых поколений материалов. Социальные, экономические, экологические аспекты крупномасштабного производства, эксплуатации и регенерации материалов. Примеры технических прорывов, обязанных освоению технологии получения и выявлению специфических свойств материалов.	4	Устный опрос
2	<b>Тема 2.</b> Методы активирования порошкообразных материалов. Рассмотрение особенностей в подходах проведения твердофазного и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.	4	Устный опрос
3	<b>Тема 3.</b> Расчеты термодинамических характеристик устойчивости оксидов, карбидов и нитридов металлов. Термодинамические расчеты возможности получения соединений восстановлением их оксидов в условиях вакуума, нормальных и высоких давлений.	6	Индивидуальное задание

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	<b>Тема 4.</b> Физико-химические свойства высокотемпературных материалов.	2	Устный опрос
5	<b>Тема 5.</b> Методы построения и расчета фазовых диаграмм оксидных систем.	4	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 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 зачёта.

Зачёт предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами.

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

Пример варианта вопросов на зачёте:

#### Вариант № 1

1. Метод растворного горения для получения оксидных материалов.
2. Уплотнение порошковых тел в процессе спекания. Основные механизмы спекания.

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 – «зачёт».

## 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

### а) печатные издания:

1. Фахльман, Б. Д. Химия новых материалов и нанотехнологии / Б. Фахльман; пер. с англ. Д. О. Чаркина, В. В. Уточниковой, под ред. Ю. Д. Третьякова, Е. А. Гудилина. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 463 с. - ISBN 978-5-91559-029-7.

2. Долгушев, Н. В. Моделирование кинетики синтеза высокотемпературных материалов : Учебное пособие / Н. В. Долгушев, С. А. Суворов; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии высокотемператур. материалов. - СПб. : [б. и.], 2009. - 20 с.

3. Физико-химические основы определения плотности и пористости : учебное пособие / Е. А. Тугова [и др.]. - СПб. : ЛЕМА, 2018. - 69 с. - ISBN 978-5-00105-358-3.

### б) электронные учебные издания:

1. Альмяшева, О. В. Роль неавтономных фаз в химическом взаимодействии твердофазных систем : учебное пособие / О. В. Альмяшева, В. В. Гусаров ; СПбГТИ(ТУ). Каф. физ. химии. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2014. - 30 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 17.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Пантелеев, И. Б. Теоретические основы технологии керамики: учебное пособие / И. Б. Пантелеев, Л. В. Козловский ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии тонкой техн. керамики. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2012. - 114 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 17.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

## 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:  
<http://media.technolog.edu.ru> Учебный план, РПД и учебно-методические материалы.

Электронно-библиотечные системы:

<https://technolog.bibliotech.ru> «Электронный читальный зал – БиблиоТех»;  
<https://technolog.bibliotech.ru/>;

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

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

[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 IOP (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.

<http://ban.pu.ru> БАН Библиотека Академии наук

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

Все виды занятий по дисциплине «Высокотемпературный синтез функциональных материалов» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные 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.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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.**

Microsoft Office (Microsoft Excel);  
ИВТАНТЕРМО

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

База данных журналов РИНЦ.

База термодинамических данных ИВТАНТЕРМО (договор с ОИВТ РАН № Д-2456-19 от 30 августа 2019 г., бессрочно)

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

**Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.**

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран, проектор, компьютер.

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.**

Основное оборудование: специализированная мебель, дистиллятор, шкафы вытяжные, холодильник, центрифуги, ультразвуковой диспергатор, магнитные мешалки, электрические мешалки, печь муфельная SNOL 6.2, печь муфельная Nabertherm1800, шкаф сушильный Binder ED53, шкаф сушильный LOIP350, ультразвуковой диспергатор, весы аналитические OHAUS-200, автоклавы лабораторные с тефлоновыми тиглями; рентгеновский дифрактометр XRD-7000 (Shimadzu), высокотемпературная камера НТК-1200N (Anton Paar); ИК-Фурье спектрометр ФСМ-1202; пресс гидравлический ручной ПГР 400.

**Помещение для самостоятельной работы.**

Основное оборудование: столы; стулья; проектор; экран; компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

## **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 «Высокотемпературный синтез функциональных материалов»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен использовать современные методы синтетической химии для получения и модификации функциональных неорганических и композиционных материалов	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)
			«зачтено» (пороговый)
<b>ПК-1.3</b> Использование методов высокотемпературного синтеза для получения и модификации функциональных материалов	<b>Знает</b> - основные типы функциональных материалов; - принципы теоретического и экспериментального изучения физико-химических основ получения материалов различного назначения (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-7 к зачёту	Дает определения и классифицирует основные типы функциональных материалов;  Правильно выбирает соответствующие аппараты, подходы и методы расчета при получении целевых материалов различного назначения
	<b>Умеет</b> - выбирать аппаратуру для проведения конкретного химико-технологического процесса;  - рассчитывать и прогнозировать основные характеристики и пути химического процесса (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 8-25 к зачёту	Хорошо разбирается в использовании экспериментальных методов определения физико-химических характеристик материалов  Способен самостоятельно рассчитать и прогнозировать на основе информационного поиска возможность получения высокотемпературных материалов и технологии их получения.
	<b>Владеет</b> - информацией о возможностях высокотемпературных методов синтеза;  -навыками подготовки образцов,	Правильные ответы на вопросы № 26-39 к зачёту	Демонстрирует навыки выбора и проведения высокотемпературного метода синтеза целевых продуктов;  Решает задачи планирования и проведения экспериментов по получению, определению механизма и кинетики формирования целевых продуктов



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«зачтено» (пороговый)
	задания параметров проведения эксперимента, обработки экспериментальных результатов (Н-1)		высокотемпературного синтеза, выбора и использования методов обработки экспериментальных данных рентгеновской дифракции, термического анализа и др. и оценки результатов экспериментов.

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

1. Определение функциональных материалов.
2. Классификация функциональных материалов по свойствам и функциям.
3. Классификация функциональных неорганических материалов по составу, структуре, свойствам и областям применения.
4. Структурная иерархия материалов.
5. Многофункциональные материалы.
6. Физико-химические принципы конструирования новых материалов.
7. Различия способов синтеза порошкообразных материалов в зависимости от методов гомогенизации компонентов.
8. Высокотемпературные методы синтеза твердых веществ. Метод твердофазных химических реакций.
9. Аппараты смешивания и диспергирования.
10. Критерии качества смешивания и диспергирования.
11. Сушка, брикетирование и гранулирование порошков.
12. Механические и физико-химические процессы диспергирования и смешения порошков.
13. Синтез материалов с использованием химических методов гомогенизации исходной смеси компонентов. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.
14. Метод СВС. История создания, сущность, преимущества, устройство реактора и способы синтеза
15. Метод СВС. Закономерности распространения фронта горения, зависимость скорости горения от параметров
16. Метод СВС. Тепловая теория СВС. Структура волны горения. Параметры структуры
17. Спекание. Оборудование.
18. Структурные параметры, регулируемые технологией.
19. Дефекты кристаллической решетки.
20. Диффузия в твердом теле. Массоперенос.
21. Уплотнение порошковых тел в процессе спекания. Основные механизмы спекания.
22. Способы преобразования энергии в тепловую в печном оборудовании.
23. Резистивный нагрев в электропечах.
24. Индукционный нагрев в электропечах.
25. Специальные виды нагрева: инфракрасный, электронно-лучевой, лазерный нагрев.
26. Определение направленности твердофазных реакций
27. Механизмы протекания твердофазных реакций.
28. Кинетические модели и уравнения изотермической кинетики, формальное уравнение кинетики и способы определения его параметров
29. Топохимические реакции, как разновидность твердофазных реакций, особенности их протекания.
30. РФА смеси фаз известного состава.
31. Определение неизвестного вещества с помощью электронной базы данных
32. Метод сканирующей электронной микроскопии.
33. Методы термического анализа. Их роль при построении фазовых диаграмм.
34. Теплопроводность и теплоемкость высокотемпературных материалов.
35. Дилатометрия.
36. Коэффициент линейного температурного расширения и термостойкость материала.
37. Определение температуры, характера, теплоты плавления.

38. Твердость высокотемпературных материалов (микротвердость, твердость по Виккерсу).
39. Модуль Юнга высокотемпературных материалов.

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.  
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

**4. 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 зачета, шкала оценивания – «зачтено» (если достигнут «пороговый» уровень освоения всех элементов компетенции), «не зачтено».