

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.07.2021 13:23:30  
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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины  
Высокотемпературный синтез**

Специальность

**18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**

Специализация программы специалитета

**Специализация №4: «Технология пиротехнических средств»**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **высокоэнергетических процессов**

Санкт-Петербург

2016

Код Б1.В.ДВ.03.02

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Доцент Коваленко Е.П.
Старший преподаватель		А.П. Сусла

Рабочая программа дисциплины «Высокотемпературный синтез» обсуждена на заседании кафедры высокоэнергетических процессов  
протокол от 07.11.2016 № 4  
Заведующий кафедрой

А.С. Дудырев

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета  
протокол от \_\_\_\_\_ 2016 № \_\_\_\_\_  
Председатель

В.В. Прояев

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления 18.05.01		В.В. Самонин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. ....	5
3. Объем дисциплины.....	6
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. ....	6
4.2. Занятия лекционного типа. ....	7
4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).....	10
4.4. Лабораторные занятия. ....	11
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. ....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации. ....	12
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. ....	13
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	14
10.1. Информационные технологии.....	14
10.2. Программное обеспечение.....	14
10.3. Информационные справочные системы.....	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. ....	14

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 специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-16</b>	способностью проводить математическое моделирование отдельных стадий и всего технологического процесса, с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования	<p><b>Знать:</b> основные методы и практические приемы в химическом синтезе, методы идентификации химических соединений, теоретические предпосылки и условия практического осуществления полиморфных превращений веществ в твердофазных реакциях при высокой температуре, основные методы получения химических соединений различных классов.</p> <p><b>Уметь:</b> ориентироваться в выборе методов управления высокотемпературным синтезом, опираясь на диаграммы состояния и технологические возможности, установить требования к технологическим процессам синтеза с точки зрения снижения материалоемкости, энергоемкости и трудоемкости для обеспечения применения ресурсосберегающих технологий, применять основные теоретические и практические положения технологии высокотемпературного синтеза твердых веществ в курсовом и дипломном проектировании, а также при прохождении производственной практики, проектировать технологические линии новых и реконструируемых предприятий.</p> <p><b>Владеть:</b> методами получения в газовой и твёрдой фазе кристаллических веществ и материалов на их основе, умением выбора оптимальных условий изготовления и управления</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		технологическими процессами, пользуясь современными методами контроля технологических операций, качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.
<b>ПК-16</b>	способностью использовать информационные технологии при разработке проектов	<b>Знать:</b> основные теоретические положения, используемые при проведении высокотемпературного синтеза <b>Уметь:</b> проводить высокотемпературный синтез при определенных условиях <b>Владеть:</b> навыками и основными теоретическими положениями проведения реакций в форме высокотемпературного синтеза.
<b>ПСК-4.1</b>	способностью управлять процессами получения пиротехнических составов и изделий, прогнозировать и регулировать их основные свойства, определять параметры технологических процессов их получения	<b>Знать:</b> основные характеристики пиротехнических составов, правила эксплуатации пиротехнических изделий и технику безопасности <b>Уметь:</b> проводить испытания, проводить корректировку рецептур составов, исходя из требований, предъявляемых к данным изделиям <b>Владеть:</b> навыками прогнозирования свойств изделий и правилами безопасной эксплуатации изделий.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.03.02.) и изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Изучение дисциплины «Высокотемпературный синтез» основано на знании студентами материалов дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Физической химия», «Коллоидная химия», «Процессы и аппараты химической технологии», и специальных дисциплин по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий».

Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы и при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических, организационно-управленческих задач в будущей профессиональной деятельности.

### 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>54</b>
занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	32
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>90</b>
<b>Формы текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (зачет, экзамен)	зачет

### 4. Содержание дисциплины.

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение	1	-	-	7	ПК-16
2	Термодинамика твердофазных реакций	1	-	3	8	ПК-16
3	Механизм твердофазных реакции	1	-	3	8	ПК-16
4	Кинетика твердофазных реакций	1	-	3	8	ПК-16
5	Активное состояние реагентов и его роль в твердофазных процессах	1	-	3	8	ПК-16

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
6	Высокотемпературный синтез с участием газофазных реакций	2	-	3	8	ПК-16
7	Металлотермические методы синтеза (восстановления)	2	-	3	8	ПСК-4.1
8	Высокотемпературный электротермический синтез	2	-	3	8	ПК-16
9	Высокотемпературный плазмохимический синтез	2	-	4	9	ПСК-4.1
10	Высокотемпературный синтез оксидов	2	-	4	9	ПК-16
11	Гидротермальный синтез	1	-	3	9	ПСК-4.1

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ Раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<u>Введение</u> Методы высокотемпературного синтеза кристаллических фаз. Синтез из элементов и соединений. Техногенное сырье, используемое в технологии высокотемпературного синтеза твердых веществ. Классификация методов высокотемпературного синтеза. Твердофазный синтез, синтез через жидкую фазу, газофазный синтез. Плазмохимический синтез, самораспространяющийся высокотемпературный синтез, гидротермальный синтез.	1	

№ Раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	<u>Термодинамика твердофазных реакций</u> Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия. Методы исследования термодинамики твердофазных реакций. Закономерности изменения и приближенные методы расчета энтропии, энтальпии и энергии Гиббса.	1	
3	<u>Механизм твердофазных реакции</u> Явления разупорядочения в кристаллах. Образование точечных дефектов. Равновесие дефектов в бинарных кристаллах. Равновесие дефектов в тройных кристаллах. Определение природы доминирующих дефектов. Взаимодействие точечных дефектов. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций. Диффузия в твердых телах. Методы исследования механизма твердофазных реакций. Теория твердофазного взаимодействия. Механизм важнейших твердофазных реакций.	1	
4	<u>Кинетика твердофазных реакций</u> Основные понятия и методы изучения кинетики твердофазных реакций. Особенности кинетики реакций с участием твердых фаз. Методы изучения кинетики твердофазных реакций. Кинетические модели и уравнения изотермической кинетики. Кинетика твердофазных реакций в полидисперсных системах. Модели зародышеобразования. Энергия активации твердофазных реакций.	1	
5	<u>Активное состояние реагентов и его роль в твердофазных процессах</u> Природа активного состояния твердых фаз. Способы оценки активного состояния твердых фаз. Активирование твердофазных реагентов изменением их химической и термической предыстории. Активирование твердых фаз введением микродобавок. Механическое активирование индивидуальных реагентов и их смесей. Активирование реакционных смесей в процессе твердофазного взаимодействия.	1	

№ Раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
6	<p><u>Высокотемпературный синтез с участием газофазных реакций</u></p> <p>Нагрев реагирующих в газовой фазе веществ с воздействием на реакционную систему потока электронов и ионов, генерируемых в плазме, с введением в систему продуктов распыления твердых веществ при действии потока тяжелых частиц, электронов и мощного лазерного излучения. Стабилизация термодинамически нестойких продуктов реакции на твердой поверхности в виде пленки (эпитаксиальный процесс).</p>	2	
7	<p><u>Металлотермические методы синтеза (восстановления)</u></p> <p>Процессы восстановления металлов из их соединений (окислов, галлоидов и др.) более активными металлами (алюминием, магнием, кремнием, и др.), протекающие с выделением теплоты. Алюминотермический, магниотермический, силикотермический, получение безуглеродистых легирующих сплавов высокого качества, титановой губки и др. чистых металлов и сплавов. Применение смесей или сплавов двух или более металлов-восстановителей: Al–Ca, Ca–Si. Карботермические способы синтеза.</p> <p>Внепечной и электропечной процесс. Вакуумная металлотермия легкоиспаряющихся металлов, металлов с пониженным содержанием газов.</p>	2	
8	<p><u>Высокотемпературный электротермический синтез</u></p> <p>Термические и плазмохимические процессы в неорганической технологии; принципы получения фосфора, термической фосфорной кислоты, ацетилена, карбидов металлов, катализаторов и др. продуктов. Теоретические основы электротермических процессов. Принципы работы и типы печей. Работа рудно-термической печи как химического реактора. Реакционные зоны печи, характеристика процессов в зонах, связь между технологическими и электрическими параметрами.</p>	2	

№ Раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
9	<p><u>Высокотемпературный плазмохимический синтез</u></p> <p>Технология процессов получения неорганических продуктов в плазме. Общие сведения о низкотемпературной плазме. Плазмохимический агрегат, классификация плазмохимических реакторов и закалочных устройств. Плазмохимические процессы получения газообразных веществ (получение ацетилена). Синтез конденсированных продуктов в плазме (получение карбидов).</p>	2	
10	<p><u>Высокотемпературный синтез оксидов</u></p> <p>Основные промышленные методы получения оксидов. Техногенное сырье, используемое в технологии синтеза оксидов. Получение оксидов непосредственным твердофазным синтезом и плавлением. Физико-химические основы метода.</p>	2	
11	<p><u>Гидротермальный синтез</u></p> <p>Получение различных химических соединений и материалов с использованием физико-химических процессов в закрытых системах, протекающих в водных растворах при температурах до 500°C и давлениях до 300 МПа. Основные параметры гидротермального синтеза, определяющие кинетику протекающих процессов и свойства образующихся продуктов – начальное значение pH среды, продолжительность и температура синтеза, величина давления в системе. Синтез в автоклавах оксидов, силикатов, сульфидов. Получение нанопорошков. Преимущества и недостатки метода гидротермального синтеза. Внешние воздействия в гидротермально-микроволновом, гидротермально-ультразвуковом, гидротермально-электрохимическом и гидротермально-механохимическом методах синтеза. Сольвотермальный метод синтеза.</p>	1	

**4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).**  
Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.4. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<u>Основные компоненты, применяемые при высокотемпературном синтезе</u> Выбор основных компонентов основан исходя из их свойств, что оказывает существенное влияние на характеристики полученных образцов.	8	
2	<u>Основные химические, физико-химические свойства перспективных компонентов высокотемпературного синтеза</u> Выбор перспективных компонентов для составов, получаемых в результате высокотемпературного синтеза исходя из их структуры, виды кристаллической решетки, периоды кристаллической решетки.	8	
3	<u>Основные теоретические положения, используемые при проектировании рецептур составов. Основные тактико-технические характеристики образцов, полученные в результате проведения высокотемпературного синтеза</u> Показаны основные принципы построения рецептур, условия проведения синтеза (температура и давление), величина размера частиц используемых компонентов	8	
4	<u>Основные условия и методики проведения высокотемпературного синтеза</u> Определены основные температуры и давление как необходимые условия для проведения высокотемпературного синтеза в режиме горения	8	

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Роль отечественных ученых в развитии теории и практики высокотемпературного синтеза для химической промышленности и металлургии.	22	Устный опрос №1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Кинетика и термодинамика процесса высокотемпературного синтеза в неизотермических условиях.	22	Письменный опрос №2
3	Методы синтеза нанодисперсных порошков неорганических соединения для современного материаловедения.	23	Письменный опрос №3
4	Новейшие методы синтеза при повышенных температурах – синтез взрывом, магнетронное распыление, лазерный нагрев, синтез и спекание СВЧ-полями.	23	Устный опрос №4

### 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>, а также на внутреннем сервере кафедры, и библиотеке СПбГТИ(ТУ).

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

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

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

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими (для проверки знаний).

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

Пример варианта вопросов на зачете:

<p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реакционные параметры, характеризующие состояние системы.</li> <li>2. Твердофазные превращения без изменения состава.</li> <li>3. Методы синтеза бескислородных соединений.</li> </ol>
---

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

### **а) основная:**

1. Шевченко, А. А. Физикохимия и механика композиционных материалов : учеб.пособие для вузов / А. А. Шевченко. – СПб.: Профессия, 2010. –223 с.

### **б) дополнительная:**

1. Холькин, А.И. Экстракционно-пиролитический метод. Получение функциональных оксидных материалов/А.И. Холькин, Т.Н. Патрушева. – М. : КомКнига, 2006. – 290 с.

2. Матухин, В.Л. Физика твердого тела: учеб. пособие/В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. – СПб. ; М.; Краснодар : Лань, 2010. – 218 с.

### **в) вспомогательная:**

1. Шабанова, Н.А. Химия и технология нанодисперсных оксидов: Уч. пособие для вузов по спец. "Химическая технология неорганических веществ" и "Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов" направления подготовки дипломированных спец. "Химическая технология неорганических веществ и материалов"/Н.А. Шабанова, В.В. Попов, П.Д. Саркисов, 2007. – 309 с.

2. Синельников, Б.М. Физическая химия кристаллов с дефектами [Текст] : Учебное пособие для вузов по спец. "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и "Микросистемная техника" направления подготовки дипломированных специалистов "Электроника и микроэлектроника"/Б.М. Синельников, 2005. – 136 с.

3. Русанов, А. И. Термодинамические основы механохимии/А.И. Русанов. – СПб.: Наука, 2006. – 221 с.

4. Технология неорганических порошковых материалов и покрытий функционального назначения/Под ред. Ю.П. Удалова//Уч. пособие для химико-технологических ВУЗов. – СПб. : «Янус», 2001. – 428 с.

5. Мержанов, А.Г. Концепция развития СВС как области научно-технического прогресса/А.Г. Мержанов, В.В. Барзыкин, И.П. Боровинская, Е.А. Левашов, Ю.М. Максимов. – Черноголовка : Изд-во "Территория", 2003. – 367 с.

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

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

Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент). – Режим доступа: <http://www.rupto.ru/>

Федеральный институт промышленной собственности. – Режим доступа: [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru)

Европейский Патентный Офис. – Режим доступа: <https://www.epo.org/index.html>

Электронно-библиотечные системы:

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

«Лань». – Режим доступа:<https://e.lanbook.com/books/>.

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

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

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

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. 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 багаж знаний и вопросов 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 электронной почты.

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

Microsoft Office, Libre Office

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс»

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная мультимедиа проектором с ноутбуком, на 40 посадочных мест. Помещение для практических и лабораторных занятий оснащено мебелью, учебно-наглядными пособиями, справочной литературой. Вместимость аудиторий 20 посадочных мест. Также на кафедре имеется компьютерный класс с 5 ПК Intel Celeron, с сетевыми фильтрами, 3 ПК Intel Pentium, сетевой концентратор, Монитор 23,5 Philips – 5 шт., монитор АОС 15 - 2 шт). Доступ по локальной сети к единой информационной системе, сайту библиотеки СПбГТИ(ТУ) с системой электронного поиска, электронными библиотеками, доступ к сайту «Роспатента», "Росстата", "Ростехнадзора", Internet. Помещение оснащено мебелью, учебно-наглядными пособиями, справочной литературой.

## **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 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Высокотемпературный синтез»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
ПК-16	способностью проводить математическое моделирование отдельных стадий и всего технологического процесса, с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования	промежуточный
ПК-16	способностью использовать информационные технологии при разработке проектов	промежуточный
ПСК-4.1	способностью управлять процессами получения пиротехнических составов и изделий, прогнозировать и регулировать их основные свойства, определять параметры технологических процессов их получения	промежуточный

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

<b>Показатели оценки результатов освоения дисциплины</b>	<b>Планируемые результаты</b>	<b>Критерий оценивания</b>	<b>Компетенции</b>
Освоение раздела № 1	Знает основные методы и практические приемы в химическом синтезе, методы идентификации химических соединений, теоретические предпосылки и условия практического осуществления полиморфных превращений веществ в твердофазных реакциях при высокой температуре, основные методы получения химических соединений различных классов	Правильные ответы на вопросы №1-2 к зачету	ПК-16

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №2	Владеет методами получения в газовой и твёрдой фазе кристаллических веществ и материалов на их основе, умением выбора оптимальных условий изготовления и управления технологическими процессами, пользуясь современными методами контроля технологических операций, качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.	Правильные ответы на вопрос №3 к зачету	ПК-16
Освоение раздела № 3	Знает основные методы и практические приемы в химическом синтезе, методы идентификации химических соединений, теоретические предпосылки и условия практического осуществления полиморфных превращений веществ в твердофазных реакциях при высокой температуре, основные методы получения химических соединений различных классов	Правильные ответы на вопрос №4 к зачету	ПК-16
Освоение раздела №4	Умеет ориентироваться в выборе методов управления высокотемпературным синтезом, опираясь на диаграммы состояния и технологические возможности, установить требования к технологическим процессам синтеза с точки зрения снижения материалоемкости, энергоемкости и трудоемкости для обеспечения применения ресурсосберегающих технологий, применять основные теоретические и практические положения технологии высокотемпературного синтеза твердых веществ в курсовом и дипломном проектировании, а также при прохождении производственной практики, проектировать технологические	Правильные ответы на вопрос №5 к зачету	ПК-16

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	линии новых и реконструируемых предприятий.		
Освоение раздела № 5	Владеет методами получения в газовой и твёрдой фазе кристаллических веществ и материалов на их основе, умением выбора оптимальных условий изготовления и управления технологическими процессами, пользуясь современными методами контроля технологических операций, качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.	Правильные ответы на вопрос №6 к зачету	ПК-16
Освоение раздела № 6	Знает основные теоретические положения, используемые при проведении высокотемпературного синтеза Умеет проводить высокотемпературный синтез при определенных условиях Владеет навыками и основными теоретическими положениями проведения реакций в форме высокотемпературного синтеза.	Правильные ответы на вопросы №7-8 к зачету	ПК-16
Освоение раздела № 7	Знает основные характеристики пиротехнических составов, правила эксплуатации пиротехнических изделий и технику безопасности Умеет проводить испытания, проводить корректировку рецептур составов, исходя из требований, предъявляемых к данным изделиям Владеет навыками прогнозирования свойств изделий и правилами безопасной эксплуатации изделий.	Правильные ответы на вопросы №12-13 к зачету	ПСК-4.1
Освоение раздела № 8	Знает основные теоретические положения, используемые при проведении высокотемпературного синтеза Умеет проводить высокотемпературный синтез при	Правильные ответы на вопросы №9-10 к зачету	ПК-16

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	определенных условиях Владеет навыками и основными теоретическими положениями проведения реакций в форме высокотемпературного синтеза		
Освоение раздела № 9	Знает основные характеристики пиротехнических составов, правила эксплуатации пиротехнических изделий и технику безопасности Умеет проводить испытания, проводить корректировку рецептур составов, исходя из требований, предъявляемых к данным изделиям Владеет навыками прогнозирования свойств изделий и правилами безопасной эксплуатации изделий.	Правильные ответы на вопросы №14-15 к зачету	ПСК-4.1
Освоение раздела № 10	Знает основные теоретические положения, используемые при проведении высокотемпературного синтеза Умеет проводить высокотемпературный синтез при определенных условиях Владеет навыками и основными теоретическими положениями проведения реакций в форме высокотемпературного синтеза	Правильные ответы на вопросы №11 к зачету	ПК-16
Освоение раздела № 11	Знает основные характеристики пиротехнических составов, правила эксплуатации пиротехнических изделий и технику безопасности Умеет проводить испытания, проводить корректировку рецептур составов, исходя из требований, предъявляемых к данным изделиям Владеет навыками прогнозирования свойств изделий и правилами безопасной эксплуатации изделий.	Правильные ответы на вопросы №16-17 к зачету	ПСК-4.1

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

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

#### **а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-16:**

1. Реакционные параметры, характеризующие состояние системы.
2. Гомогенные системы. Простая химическая реакция.
3. Гетерогенные системы. Реакция в системах твердое тело – газ, твердое тело – жидкость.
4. Скорость реакции. Механизмы реакции.
5. Кинетические уравнения реакций.
6. Влияние различных факторов на скорость химической реакции.

#### **б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-16:**

7. Твердофазные превращения без изменения состава.
8. Модели образования и роста зародышей. Законы зародышеобразования. Скорость зародышеобразования. Стадии зародышеобразования.
9. Методы изучения кинетики твердофазных реакций.
10. Способы активирования твердофазных реакций и состояния реагентов.
11. Методы получения оксидов и их физико-химические свойства.

#### **в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПСК-4.1:**

12. Методы синтеза бескислородных соединений.
13. Использование тепла экзотермических реакций при синтезе. Метод СВС.
14. Плазмохимический синтез соединений.
15. Получение соединений осаждением из газовой фазы.
16. Гидротермальный синтез.
17. Высокотемпературный электротермический синтез.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

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

### **4. Контрольные вопросы для проверки самостоятельной работы.**

1. Роль отечественных ученых в развитии теории и практики высокотемпературного синтеза для химической промышленности и металлургии.
2. Кинетика и термодинамика процесса высокотемпературного синтеза в неизотермических условиях.
3. Методы синтеза нанодисперсных порошков неорганических соединений для современного материаловедения.
4. Новейшие методы синтеза при повышенных температурах – синтез взрывом, магнетронное распыление, лазерный нагрев, синтез и спекание СВЧ-полями.

5. основные теоретические положения при проведении высокотемпературного синтеза.
6. Выбор основных компонентов с точки зрения строения кристаллической решетки, её вида, параметров кристаллической решетки.
7. Давление и температура и их значения для проведения высокотемпературного синтеза в режиме горения.
8. Основные прочностные характеристики при проведении высокотемпературного синтеза и их важное практическое значение.

**5.Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.