

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 10.11.2023 10:11:40  
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  
« 01 » июня 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Самораспространяющийся высокотемпературный синтез**

Специальность

**18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов**

Специализация

**Технология пиротехнических средств**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

Факультет инженерно-технологический  
Кафедра высокоэнергетических процессов

Санкт-Петербург  
2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Старший преподаватель		Сула А.П.

Рабочая программа дисциплины «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез» обсуждена на заседании кафедры высокоэнергетических процессов  
протокол от « 12 » мая 2021 № 7  
Заведующий кафедрой

А.С. Дудырев

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета  
протокол от « 27 » мая 2021 № 7

Председатель

А. П. Сула

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология энергонасыщенных материалов»		Т.В. Украинцева
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.3.2. Лабораторные занятия.....	08
4.4. Самостоятельная работа.....	08
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 .....	09
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	09
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	09
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	10
10.2. Программное обеспечение.....	10
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	10
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	10
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	10

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:

Код и наименование компетенции <sup>1</sup>	Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>
<p><b>ПК-4</b> Способен управлять процессами пиротехнических составов и изделий, прогнозировать и регулировать их основные свойства, определять параметры технологических процессов их получения</p>	<p><b>ПК-4.9</b> Выбор оптимальных критериев при разработке технологического процесса для производства пиротехнических составов и изделий</p>	<p><b>Знать:</b> основные принципы построения рецептур составов для успешного проведения горения их в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (ЗН-1);</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать основные компоненты композиций самораспространяющегося высокотемпературного синтеза исходя из физических, химических и физико-химических свойств (У-1);</p> <p><b>Владеть:</b> навыками программирования химических реакций, протекающих в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, позволяющие получать прогнозируемые продукты сгорания, а следовательно и новые композиционные материалы (Н-1)</p>
	<p><b>ПК-4.10</b> Использование нормативно-технической документации для ведения технологического процесса</p>	<p><b>Знать:</b> методы получения кристаллических веществ и материалов на их основе в газовой и твёрдой фазе (ЗН-2);</p> <p><b>Уметь:</b> применять основные теоретические и практические положения технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза твердых веществ (У-2);</p>

<sup>1</sup> Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

<sup>2</sup> Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчиком РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

<sup>3</sup> Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

Код и наименование компетенции <sup>1</sup>	Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>
		<b>Владеть:</b> умением выбора оптимальных условий изготовления и управления технологическими процессами, пользуясь современными методами контроля технологических операций, качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. (Н-2).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.01.02) и изучается на 4 курсе в 8 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Теоретические основы горения и компоненты пиротехнических составов» и «Технология и оборудование пиротехнических производств». Полученные в процессе изучения дисциплины «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Высокотемпературный синтез», «Конструирование пиротехнических изделий», 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>4/144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>70</b>
занятия лекционного типа	32
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	6
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>74</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Контрольный опрос
<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	2	-	2	4	ПК-4	ПК-4.9
2	Физико-химические основы процесса восстановления	4	-	4	10	ПК-4	ПК-4.10
3	Металлотермические процессы	4	-	4	10	ПК-4	ПК-4.9
4	Основы методов синтеза	4	-	4	10	ПК-4	ПК-4.9
5	Термодинамика и кинетика процесса	5	-	5	10	ПК-4	ПК-4.9
6	Физико-химические процессы при синтезе карбидов, боридов, силицидов	5	-	5	10	ПК-4	ПК-4.9
7	Физико-химические процессы при синтезе нитридов	4	-	4	10	ПК-4	ПК-4.9
8	Технология СВС-процессов	4	-	4	10	ПК-4	ПК-4.9

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение</u> Роль ученых России в развитии технологии получения металлических порошков при высокотемпературном синтезе. Н.Н. Бекетов – родоначальник метода металлотермии.	2	
2	<u>Физико-химические основы процесса восстановления</u> Термодинамические основы процесса восстановления. Восстановление газами, углеродом различных металлов, включая тугоплавкие.	4	ПЛ <sup>4</sup>
3	<u>Металлотермические процессы</u> Металлотермические процессы при восстановлении металлов, образующих термодинамически устойчивые оксиды – Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta. Металлы – восстановители. Термичность реакций. Оборудование для проведения реакций. Характеристика продуктов восстановления – порошков переходных металлов.	4	
4	<u>Основы методов синтеза</u> Основы методов синтеза тугоплавких бескислородных соединений, переходных металлов, интерметаллидов. Термодинамические основы безгазового горения порошковых смесей компонентов. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), «твердое пламя».	4	

<sup>4</sup> **Примеры образовательных технологий, способов и методов обучения** (с сокращениями): традиционная лекция (Л), лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ), лекция – пресс-конференция (ЛПК), занятие – конференция (ЗК), тренинг (Т), дебаты (Д), мозговой штурм (МШ), мастер-класс (МК), «круглый стол» (КрСт), активизация творческой деятельности (АТД), регламентированная дискуссия (РД), дискуссия типа форум (Ф), деловая и ролевая учебная игра (ДИ, РИ), метод малых групп (МГ), занятия с использованием тренажеров, имитаторов (Тр), компьютерная симуляция (КтСм), использование компьютерных обучающих программ (КОП), интерактивных атласов (ИА), посещение врачебных конференции, консилиумов (ВК), участие в научно-практических конференциях (НПК), съездах, симпозиумах (Сим), учебно-исследовательская работа студента (УИРС), проведение предметных олимпиад (О), подготовка письменных аналитических работ (АР), подготовка и защита рефератов (Р), проектная технология (ПТ), экскурсии (Э), дистанционные образовательные технологии (ДОТ).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<u>Термодинамика и кинетика процесса</u> Термодинамика и кинетика процесса СВС. Инициирование и движение волны горения в конденсированных системах. Процессы при движении волны горения – перед волной и за волной горения. Тепловой взрыв, его обоснование. Адиабатические условия и достижимые температуры.	5	
6	<u>Физико-химические процессы при синтезе карбидов, боридов, силицидов</u> Физико-химические процессы при синтезе карбидов, боридов, силицидов (в конденсированных системах). Связь с диаграммами состояния. Характеристика продуктов синтеза. Оборудование для расширенного синтеза.	5	Ф
7	<u>Физико-химические процессы при синтезе нитридов</u> Физико-химические процессы при синтезе нитридов переходных металлов. Фильтрационное горение, его особенности. Спиновое горение - неустойчивое горение. Характеристика продуктов синтеза. Особенности оборудования при «сжигании» переходных металлов в азоте.	4	
8	<u>Технология СВС-процессов</u> Технология получения СВС-порошков тугоплавких соединений. Дисперсность исходных компонентов, методы гомогенизации при использовании конденсированных смесей, при фильтрационном горении, влияние пористости (плотности) заготовок (брикетов) на процесс горения. Техника безопасности. Экономические характеристики технологии СВС.	4	КтСм

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены.

### 4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<p><u>Основные компоненты, применяемые при самораспространяющемся высокотемпературном синтезе</u></p> <p>Выбор основных компонентов основан исходя из их свойств, что оказывает существенное влияние на характеристики полученных образцов.</p>	8	3	
2	<p><u>Основные химические, физико-химические свойства перспективных компонентов СВС</u></p> <p>Выбор перспективных компонентов для составов, получаемых в результате высокотемпературного синтеза исходя из их структуры, виды кристаллической решетки, периоды кристаллической решетки.</p>	8	5	
3	<p><u>Основные теоретические положения, используемые при проектировании рецептур составов. Основные тактико-технические характеристики образцов, полученные в результате проведения СВС</u></p> <p>Показаны основные принципы построения рецептур, условия проведения синтеза (температура и давление), величина размера частиц используемых компонентов</p>	8	5	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
4	<u>Основные условия и методики проведения СВС</u> Определены основные температуры и давление как необходимые условия для проведения СВС в режиме горения	8	5	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Роль отечественных ученых в развитии теории и практики СВС для химической промышленности и металлургии.	18	Устный опрос
2	Кинетика и термодинамика процесса СВС в неизотермических условиях.	18	Письменный опрос
3	Методы синтеза нанодисперсных порошков неорганических соединения для современного материаловедения.	18	Письменный опрос
4	Новейшие методы синтеза при повышенных температурах – синтез взрывом, магнетронное распыление, лазерный нагрев, синтез и спекание СВЧ-полями.	20	Устный опрос

#### 4.5 Примеры вопросов для контрольного опроса

1. Роль отечественных ученых в развитии теории и практики самораспространяющегося высокотемпературного синтеза для химической промышленности и металлургии.
2. Кинетика и термодинамика процесса СВС в неизотермических условиях.
3. Методы синтеза нанодисперсных порошков неорганических соединения 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 СВС
6. Выбор основных компонентов с точки зрения строения кристаллической решетки, её вида, параметров кристаллической решетки
7. Давление и температура и их значения для проведения СВС в режиме горения
8. Основные прочностные характеристики при проведении СВС и их важное практическое значение.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами (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:

### **Вариант № 1**

1. Реакционные параметры, характеризующие состояние системы.
2. Твердофазные превращения без изменения состава.
3. Использование тепла экзотермических реакций при синтезе. Метод СВС.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачет».

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

### **а) печатные издания:**

1. Шевченко, А. А. Физикохимия и механика композиционных материалов : учеб.пособие для вузов / А. А. Шевченко. – СПб.: Профессия, 2010. –223 с.
2. Холькин, А.И. Экстракционно-пиролитический метод. Получение функциональных оксидных материалов/А.И. Холькин, Т.Н. Патрушева. – М. : КомКнига, 2006. – 290 с.
3. Матухин, В.Л. Физика твердого тела: учеб. пособие/В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. – СПб. ; М.; Краснодар : Лань, 2010. – 218 с.
4. 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.
5. 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.
6. Русанов, А. И. Термодинамические основы механохимии/А.И. Русанов. – СПб.: Наука, 2006. – 221 с.
7. Технология неорганических порошковых материалов и покрытий функционального назначения/Под ред. Ю.П. Удалова//Уч. пособие для химико-технологических ВУЗов. – СПб. : «Янус», 2001. – 428 с.

8. 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. – Черногловка : Изд-во “Территория”,2003. – 367 с.

**б) электронные учебные издания<sup>5</sup>:**

9. Суворов, С. А. Расчетные методы определения фазового состава высокотемпературных систем : учебное пособие / С. А. Суворов, В. Н. Фицев, В. В. Козлов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра высокоэнергетических процессов.- Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015, - 37 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.05.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

10. Суворов, С. А. Термические нагрузки и термостойкость высокотемпературных материалов : учебное пособие / С. А. Суворов, В. Н. Фицев, Н. В. Арбузова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра высокоэнергетических процессов.- Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015, - 40 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.05.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

**8. Перечень электронных образовательных ресурсов, 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)

European Patent Office.– Режимдоступа: <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 «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТП СПбГТИ(ТУ) 020-2011. КС УКВД. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. Общие требования к организации и проведению занятий.

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:

---

<sup>5</sup> В т.ч. и методические пособия

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<sup>6</sup>.**

Microsoft Office (Microsoft Excel);  
LibreOffice.(LibreOffice Calc)

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы<sup>7</sup>.**

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная мультимедиа проектором с ноутбуком, на 40 посадочных мест. Помещения для практических и лабораторных занятий оснащены мебелью, учебно-наглядными пособиями, справочной литературой, имеются

- Вытяжные шкафы,
- Горны для сжигания,.
- Барокамера для исследования процессов горения при разряжении (вакууме),
- Дымовая камера,
- Секундомер-таймер СТЦ-1,
- Электронные весы ЕК-600i и ЕК-200i,
- Микроскоп W-AD,
- монитор ТМ 1500 PS,
- Пресс П-10,
- Анализатор А20-С/220 с виброприводом,
- Цифровой многоканальный самописец с программным обеспечением для обработки информации с выводом на компьютер,
- Мельница роторная ножевая РМ-120, Вибрационная конусная мельница-дробилка ВКМД-6,
- Истиратель вибрационный ИВ-1,  
Питатель электровибрационный герметизированный ПГ-1,  
Полуавтоматический прибор ПСХ-11,

---

<sup>6</sup> В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

<sup>7</sup> В разделе отображается состав помещений, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой по дисциплине, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

- Видеокамера ТК-1280Е,  
Испытательная машина FM-1000,
- Частотомер ЧЗ-33,
- Осциллограф К-121,
- Гидравлический пресс К-44-III,
- Вакуумный термостат SPT-200,
- Морозильник Nord ДМ-156-010,
- Осциллограф четырёхканальный АСК-3117,
- Холодильная установка Sanyo MDF-192,
- Частотомер ЧЗ-35А,
- Прибор комбинированный цифровой Щ 301-1,
- Индуктивный высокочастотный преобразователь ИВП-2,
- Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-106,
- Осциллограф светолучевой Н-117,
- дериватограф

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. Программное обеспечение: ОС WINDOWS, LIBRE OFFICE. 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 28.08.2014.

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

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

Индекс компетенции	Содержание <sup>8</sup>	Этап формирования <sup>9</sup>
ПК-4	Способен управлять процессами получения пиротехнических составов и изделий, прогнозировать и регулировать их основные свойства, определять параметры технологических процессов их получения	промежуточный

<sup>8</sup> **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<sup>9</sup> Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

## 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)
ПК-4.9 Выбор оптимальных критериев при разработке технологического процесса для производства пиротехнических составов и изделий.	Правильно выбирает основные принципы построения рецептур составов для успешного проведения горения их в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-4 к зачету	Некорректно подбирает рецептуры для самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, в результате чего синтез идет не полно	Строит рецептуры для проведения самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с небольшой помощью преподавателя	Формирует рецептуры для как можно более полного прохождения самораспространяющегося высокотемпературного синтеза
	Выбирает основные компоненты композиций самораспространяющегося высокотемпературного синтеза исходя из физических, химических и физико-химических свойств (У-1)	Правильные ответы на вопросы №5-8 к зачету	Подбирает компоненты для самораспространяющегося высокотемпературного синтеза без учета их особенностей и физико-химических свойств	В целом верно подбирает компоненты для самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	Качественно подбирает компоненты для самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, учитывая их природу и сочетание друг с другом
	Программирует химические реакции, протекающие в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, позволяющие получать прогнозируемые продукты сгорания, а, следовательно, и новые композиционные материалы (Н-1)	Результаты лабораторных работ	Плохо подготавливает реакцию для глубокого и качественного проведения синтеза	Получает необходимые продукты сгорания, однако не учитывает возможное образование шлаков	Проводит синтез согласно полученному заданию, стараясь провести его так, чтобы получить как можно более высокое качество конечных продуктов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-4.10 Использование нормативно-технической документации для ведения технологического процесса	Правильно выбирает методы получения кристаллических веществ и материалов на их основе в газовой и твёрдой фазе (ЗН-2);	Правильные ответы на вопросы №9-12 к зачету	Слабо ориентируется в методах получения кристаллических веществ и материалов на их основе в газовой и твердой фазе	Выбирает методы получения кристаллических веществ и материалов с небольшой помощью преподавателя	Подбирает необходимые методы получения кристаллических веществ и материалов, оптимальные для решения поставленной задачи
	Применяет основные теоретические и практические положения технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза твердых веществ (У-2);	Правильные ответы на вопросы №13-17 к зачету	С ошибками применяет теоретические и практические положения синтеза твердых веществ	Применяет теоретические и практические положения технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в целом верно	Учитывает все необходимые параметры для проведения синтеза твердых веществ
	Выбирает оптимальные условия изготовления и управления технологическими процессами, пользуясь современными методами контроля технологических операций, качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. (Н-2).	Результаты лабораторных работ	Некорректно использует современные методы контроля технологических операций, сырья и полуфабрикатов, в результате получая некачественный продукт	Выбирает оптимальные условия и параметры синтеза с небольшими подсказками преподавателя	Использует оптимальные условия подготовки и проведения синтеза, получая требуемое качество готовой продукции.

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента**  
**по компетенции ПК-4:**

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. Твердофазные превращения без изменения состава.
6. Влияние различных факторов на скорость химической реакции.
7. Модели образования и роста зародышей. Законы зародышеобразования. Скорость зародышеобразования. Стадии зародышеобразования.
8. Способы активирования твердофазных реакций и состояния реагентов.
9. Методы получения оксидов и их физико-химические свойства.
10. Методы синтеза бескислородных соединений.
11. Получение соединений осаждением из газовой фазы.
12. Кинетические уравнения реакций.
13. Методы изучения кинетики твердофазных реакций.
14. Использование тепла экзотермических реакций при синтезе. Метод СВС.
15. Терморегулируемый высокотемпературный синтез соединений.
16. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез
17. Высокотемпературный электротермический синтез.

При сдаче зачета, студент получает три 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 СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

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