

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.07.2021 13:23:33  
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**  
**Теоретические основы горения и компоненты ПС**

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.Б.31.02

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Павлов Б.Д.

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы горения и компоненты ПС»  
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. ....	6
3. Объем дисциплины. ....	6
4. Содержание дисциплины. ....	7
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. ....	7
4.2. Занятия лекционного типа. ....	7
4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия). ....	9
4.4. Лабораторные занятия. ....	10
4.5. Самостоятельная работа обучающихся. ....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. ....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации. ....	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. ....	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», 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. ....	13
10.1. Информационные технологии. ....	13
10.2. Программное обеспечение. ....	13
10.3. Информационные справочные системы. ....	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	13
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>ОПК-1</b>	способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> Физические законы и химические закономерности процессов взаимодействия компонентов пиротехнических составов.</p> <p><b>Уметь:</b> Правильно использовать физико-химические свойства компонентов для целенаправленной компоновки рецептур пиротехнических составов.</p> <p><b>Владеть:</b> Основными математическими, естественнонаучными и инженерными знаниями для решения задач в своей профессиональной деятельности.</p>
<b>ПК-11</b>	способностью применять современные методы исследования, проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов	<p><b>Знать:</b> основные современные методы исследования свойств горючих и окислителей и их смесей, процессов их горения, требования, предъявляемые к применяемым веществам и готовой продукции</p> <p><b>Уметь:</b> Провести необходимые исследования с применением современного оборудования, выбрать необходимые параметры показателей качества продукции.</p> <p><b>Владеть:</b> знаниями по теории специальности, необходимыми для определения качества исходного сырья и готовой продукции, контроля технологического процесса подготовки компонентов и производства изделий.</p>
<b>ПСК-4.2</b>	готовностью исследовать физико-химические, технологические, взрывчатые и физико-механические свойства различных материалов как	<p><b>Знать:</b> - современные методы исследования для разработки</p>

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	компонентов пиротехнических составов	<p>качественных изделий;</p> <p>- необходимые методики для изучения физико-химических, технологических и взрывчатых характеристик компонентов и ПС;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>проводить испытания изделий с учётом их взрывчатых свойств, применять современные методы исследования смежных областей для подтверждения качества разрабатываемой продукции.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>знаниями, ориентирующихся на фундаментальные исследования прикладных наук, необходимых для разработки изделий, соответствующих современным требованиям</p>
<b>ПСК-4.4</b>	Способностью участвовать в проведении взрывотехнической экспертизы пиротехнических составов и изделий	<p><b>Знать:</b></p> <p>Взрывчатые свойства ПС и изделий, а также методы их определения;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>Грамотно применять знания в области горения ПС к практическим условиям использования ПС и изделий;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>Навыками работы по проведению взрывотехнической экспертизы пиротехнических составов и изделий, а также целенаправленному выбору компонентов с целью создания ПС с необходимыми характеристиками горения и безопасного их применения</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам базовой части (Б1.Б.31.02) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Изучение дисциплины «Теоретические основы горения и компоненты ПС» основано на знании студентами материалов дисциплины «Математика», «Физика», «Неорганическая химия», «Органическая химия» 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>6/216</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>98</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	36
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	8
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>82</b>
<b>Формы текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (зачет, экзамен)	Экзамен (36)

#### 4. Содержание дисциплины.

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

№ 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		
1	Введение	2	-	-	-	ПК-11
2	Компоненты, применяемые в ПС, их назначение и предъявляемые требования	2	-	-	-	ПК-11
3	Основные свойства горючих, окислителей и вспомогательных компонентов для ПС	2	2	12	18	ПК-11
4	Расчёт рецептур и основных характеристик горения	6	16	-	18	ОПК-1, ПК-11
5	Основные представления о механизмах горения ПС, переход горения в детонацию	8	-	-	18	ПК-11 ПСК-4.4
6	Влияние природы компонентов на процессы горения ПС	2	-	6	-	ПСК-4.2
7	Влияние технологических факторов на скорость горения ПС	4	-	12	-	ПСК-4.2
8	Влияние на процессы горения ПС внешних факторов	4	-	6	12	ОПК-1, ПСК-4.4
9	Взрывчатые свойства ПС	4	-	-	16	ПСК-4.4
10	Особенности пульсирующего горения ПС	2	-	-	-	ПСК-4.2

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	<u>Введение:</u> Структура учебной дисциплины. Цели и задачи учебной дисциплины.	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	<p><u>Компоненты, применяемые в ПС, их назначение и предъявляемые требования.</u>            Основные требования, предъявляемые к компонентам ПС. взаимосвязь между свойствами компонентов и назначением ПС. влияние свойств компонентов на качество составов и изделий, а также на технологию их изготовления</p>	2	
3	<p><u>Основные свойства горючих, окислителей и вспомогательных компонентов для ПС.</u>            Классификация горючих и окислителей. Особенности окисления металлических, неметаллических и органических горючих. Влияние на процесс окисления дисперсности, формы частиц, температуры, природы горючего и окислителя. Особенности разложения окислителей в зависимости от их природы и внешних факторов. Гигроскопичность окислителей и методы её определения. Виды вспомогательных компонентов, их назначение и свойства.</p>	2	
4	<p><u>Расчёт рецептур и основных характеристик горения.</u>            Основные принципы и приёмы расчёта рецептур. Составление реакций горения ПС с кислород- и галогенсодержащими окислителями. Расчёт теплоты сгорания ПС, температуры горения, равновесного состава продуктов сгорания, удельного газовыделения и др. Способы регулирования основных характеристик горения.</p>	6	
5	<p><u>Основные представления о механизмах горения ПС, переход горения в детонацию.</u>            Основы теории стационарного и нестационарного горения взрывчатых материалов. Механизмы послыонного и конвективного горения, процессы низкоскоростного взрывчатого превращения, переход горения в детонацию.</p>	8	



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
6	<u>Влияние природы компонентов на процессы горения ПС.</u> Влияние физических и химических свойств горючих и окислителей на процессы горения их смесей. Особенности горения смесей металлических, неметаллических и органических горючих с кислород-, фтор-, хлорсодержащими и другими типами окислителей.	2	
7	<u>Влияние технологических факторов на скорость горения ПС.</u> Влияние на скорость горения соотношения компонентов и их дисперсности, коэффициента уплотнения.	4	
8	<u>Влияние на процессы горения ПС внешних факторов.</u> Зависимость скорости горения различных типов ПС от внешнего давления, температуры окружающей среды, спутного и встречного обдува, скорости осесимметричного вращения.	4	
9	<u>Взрывчатые свойства ПС.</u> Основные факторы, влияющие на взрывчатые свойства ПС. методы оценки взрывчатых характеристик.	4	
10	<u>Особенности пульсирующего горения ПС.</u> Виды пульсирующего горения и его закономерности. Влияние на характер пульсирующего горения природы компонентов, их соотношения, дисперсности и других факторов. Механизм возникновения пульсаций	2	

#### 4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<u>Основные свойства горючих, окислителей и вспомогательных компонентов для ПС.</u> Расчёты кислородных, хлорных и фторных эквивалентов горючих и окислителей, определение способности металлических горючих к окислению.	2	Учебно-групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<u>Расчёт рецептур и основных характеристик горения.</u> Расчёт рецептур ПС по молекулярным массам, кислородным эквивалентам, с помощью системы уравнений. Особенности расчёта рецептур с отрицательным и положительным кислородным балансом. Расчёт рецептур с использованием коэффициента обеспеченности окислителем.	16	

#### 4.4. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
3	<u>Основные свойства горючих, окислителей и вспомогательных компонентов для ПС.</u> Исследование физико-химических процессов в окислителях и горючих в условиях программируемого нагрева.	12	
6	<u>Влияние природы компонентов на процессы горения ПС.</u> Особенности горения ПС в зависимости от природы окислителя (нитраты щелочных и щелочноземельных металлов, оксидов металлов и др.) и горючего (магний, алюминий, органические горючие).	6	
7	<u>Влияние технологических факторов на скорость горения ПС.</u> Исследование зависимости скорости горения ПС от дисперсности компонентов, их соотношения и коэффициента уплотнения.	12	
8	<u>Влияние на процессы горения внешних факторов.</u> Определение температуры самовоспламенения ПС. определение температурного профиля волны горения.	6	

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	Пути снижения гигроскопичности компонентов	18	Устный опрос
4	Использование сети Интернет для поиска прикладных программ расчёта основных характеристик горения.	18	Устный опрос
5	Спиновое горение прессованных образцов ПС	6	Устный опрос
	Особенности горения ПС с компонентами нанодисперсных размеров	12	Устный опрос
8	Повышение устойчивости горения ПС в условиях повышенного давления	12	Письменный опрос
9	Методы предотвращения перехода горения зарядов ПС во взрыв	16	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: <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 («удовлетворительно») 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 экзамена.

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

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

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

Пример варианта вопросов на зачете:

<b>Вариант № 1</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Определение активности металлических горючих</li><li>2. Зависимость скорости горения ПС от давления</li><li>3. Горение металлических горючих с галогенсодержащими окислителями.</li></ol>

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

### **а) основная литература:**

1. Пиротехника: учебник/Н.М. Варёных [и др.]. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. – 470с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Основные процессы и аппараты пиротехнической технологии/ В.П. Чулков [и др.]. – Сергиев Посад: «Изд-во «Весь Сергиев Посад», 2009. – 528с.

### **в) вспомогательная литература:**

Шидловский, А.А. Основы пиротехники/ А.А. Шидловский.- М.: Машинстроение, 1973. – 320с.

Горение порошкообразных металлов в активных средах / П.Ф. Похил [и др.]. – М.: «Наука», 1972.- 294с.

Бахман, Н.Н. Горение гетерогенных конденсированных систем/ Н.Н. Бахман, А.Ф. Беляев. – М.: Наука, 1967. – 227с.

Андреев, К.К. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ/ К.К. Андреев. М.: Наука, 1966. – 345с.

## **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)

European Patent Office. – Режим доступа: <https://www.epo.org/index.html>

Электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех». – Режим доступа: [https://technolog.bibliotech.ru/;](https://technolog.bibliotech.ru/)

«Лань». – Режим доступа: [https://e.lanbook.com/books/.](https://e.lanbook.com/books/)

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

Все виды занятий по дисциплине «Теоретические основы горения и компоненты ПС» 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 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 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, LibreOffice

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

Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс»

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

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 ПП-1,
- Полуавтоматический прибор ПСХ-11,
- 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. 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 «Теоретические основы горения и компоненты ПС»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
ОПК-1	способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	промежуточный
ПК-11	способностью применять современные методы исследования, проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов	промежуточный
ПСК-4.2	готовностью исследовать физико-химические, технологические, взрывчатые и физико-механические свойства различных материалов как компонентов пиротехнических составов	промежуточный
ПСК-4.4	Способностью участвовать в проведении взрывотехнической экспертизы пиротехнических составов и изделий	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 современные методы исследования свойств горючих, окислителей и их смесей, процессы их горения, требования, предъявляемые к используемым веществам и готовой продукции.	Правильные ответы на вопросы №7-8 к экзамену	ПК-11
Освоение раздела №2	Владеет знаниями по теории специальности, необходимыми для определения качества исходного сырья и готовой	Правильные ответы на вопросы №8-9 к экзамену	ПК-11

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	продукции, контроля технологического процесса подготовки компонентов и производства изделий.		
Освоение раздела № 3	Умеет провести необходимые исследования с применением современного оборудования, выбрать необходимые параметры показателей качества готовой продукции.	Правильные ответы на вопросы №10-12, 14 к экзамену	ПК-11
Освоение раздела №4	Знает основные математические методы расчета рецептур пиротехнических составов. Умеет правильно использовать знания расчета.	Правильные ответы на вопросы №1-3 к экзамену	ОПК-1
	Знает основные современные методы исследования свойств горючих, окислителей и их смесей, процессы их горения, требования, предъявляемые к используемым веществам и готовой продукции. Умеет провести необходимые исследования с применением современного оборудования.	Правильные ответы на вопросы №7, 19-21 к экзамену	ПК-11
Освоение раздела № 5	Знает основные современные методы исследования процессов горения пиротехнических составов. Умеет провести необходимые исследования с применением современного оборудования.	Правильные ответы на вопросы №15-18 к экзамену	ПК-11
	Знает взрывчатые свойства ПС и методы их определения. Умеет грамотно применять знания в области горения к практическим условиям использования ПС и изделий из них.	Правильные ответы на вопросы №40-41 к экзамену	ПСК-4.4
Освоение раздела №6	Знает современные методы исследования и необходимые методики для изучения физико-химических, технологических и взрывчатых характеристик пиротехнических составов. Умеет проводить испытания составов с учётом их взрывчатых свойств.	Правильные ответы на вопросы №28-31 к экзамену	ПСК-4.2



Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №7	<p>Знает необходимые методики для изучения физико-химических, технологических и взрывчатых характеристик ПС. Умеет проводить испытания с учётом взрывчатых свойств ПС, применять современные методы исследования для подтверждения качества разрабатываемой продукции.</p> <p>Владеет знаниями, ориентирующихся на фундаментальные исследования прикладных наук, необходимых для разработки изделий, соответствующих современным требованиям</p>	Правильные ответы на вопросы №23-25 к экзамену	ПСК-4.2
Освоение раздела №8	<p>Знает влияние внешних факторов на параметры горения ПС.</p> <p>Умеет грамотно применять математические знания, а также физических законов и химических закономерностей горения к условиям использования ПС и изделий из них.</p>	Правильные ответы на вопросы № 4-6 к зачету	ОПК-1
	<p>Умеет грамотно применять знания в области горения ПС к практическим условиям использования ПС и изделий из них.</p>	Правильные ответы на вопросы №40, 42-43 к экзамену	ПСК-4.4
Освоение раздела №9	<p>Знает взрывчатые свойства ПС и методы их определения. Умеет грамотно применять знания в области горения к практическим условиям использования ПС и изделий из них. Владеет навыками работы по проведению взрывотехнической экспертизы пиротехнических составов и изделий, а также целенаправленному выбору компонентов с целью создания ПС с необходимыми характеристиками горения и безопасного их применения.</p>	Правильные ответы на вопросы №34-39 к экзамену	ПСК-4.4

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №10	Знает современные методы исследования пиротехнических составов и необходимые методики для изучения физико-химических, технологических и взрывчатых характеристик компонентов и ПС. Владеет знаниями, ориентирующимися на фундаментальные исследования и прикладные науки, что позволяет целенаправленно подходить к разработке ПС с заданными свойствами.	Правильные ответы на вопросы №32-33 к экзамену	ПСК-4.2

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
 промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, результат оценивания – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

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

### **а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-1:**

1. Использование математического метода для расчета рецептур ПС.
2. Влияние термодинамических характеристик на расчетные характеристики горения ПС.
3. Влияние соотношения компонентов на характеристики горения.
4. Влияние внешнего давления на параметры горения ПС.
5. Влияние начальной температуры на параметры горения ПС.
6. Влияние пористости зарядов на процесс передачи тепла в подготовительную зону фронта горения.

### **б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-11:**

7. Роль современных методов исследования веществ и материалов в пиротехническом производстве.
8. Разработка новых ПС с применением современных методов исследования.
9. Компоненты, применяемые в ПС, их назначение и предъявляемые требования.
10. Методы определения удельной поверхности порошкообразных материалов.
11. Методы исследования структуры веществ и материалов.
12. Определение активности металлических горючих.
13. Порядок проведения химического анализа ПС и продуктов их сгорания.
14. Исследование веществ методом ДТА.
15. Основные положения теории стационарного горения летучих ВВ
16. Конвективное горение ПС
17. Основы нестационарного горения
18. Режимы горения ПС при зажигании
19. Расчёт адиабатической температуры горения
20. Расчёт теплоты сгорания ПС
21. Основные принципы расчёта рецептур ПС по кислородному балансу и коэффициенту обеспеченности окислителем

**в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПСК-4.2:**

22. Определение теплоты сгорания ПС.
23. Влияние на скорость горения ПС коэффициента уплотнения.
24. Влияние на скорость горения ПС соотношения компонентов.
25. Влияние на скорость горения ПС дисперсности горючего и окислителя.
26. Контактные и бесконтактные методы измерения температуры.
27. Методики определения скорости горения ПС.
28. Горение смесей магния с кислородсодержащими окислителями.
29. Горение кислородсодержащих окислителей с органическими горючими.
30. Особенности горения смесей металл-металл, металл-металлоид.
31. Горение металлических горючих с галогенсодержащими окислителями.
32. Особенности пульсирующего горения ПС.
33. Механизм пульсирующего горения.

**г) Вопросы для оценки элементов компетенции ПСК-4.4**

34. Методики определения скорости детонации.
35. Методика определения чувствительности ПС к тепловым воздействиям.
36. Методики определения чувствительности ПС к механическим воздействиям.
37. Методы исследования чувствительности ПС к детонационному импульсу.
38. Методы исследования взрывчатых характеристик ПС.
39. Методы исследования химической совместимости компонентов ПС.
40. Влияние внешнего давления на скорость горения ПС.
41. Срыв послышного горения и развитие детонации.
42. Влияние начальной температуры на скорость горения ПС.
43. Влияние на скорость горения обдува воздухом и вращения.

**Примеры вопросов для контрольного опроса:**

1. Основные характеристики процесса горения...
2. Основные физико-химические свойства кислородсодержащих окислителей.
3. Методы определения дисперсного состава порошков.
4. Методы определения удельной поверхности порошкообразных материалов.
5. Методы исследования структуры веществ и материалов.
6. Активность металлических горючих и методы её определения.
7. Связующие. Основные свойства. Применение.
8. Кислородные эквиваленты горючих и окислителей.
9. Понятие о кислородном балансе ПС и методы расчёта.
10. Коэффициент обеспеченности окислителем. Методы расчёта смесей.
11. Расчётные методы определения теплоты сгорания и температуры горения ПС.
12. Основные положения теории стационарного горения летучих ВВ.
13. Основы энтальпийного подхода к анализу процессов стационарного горения ПС.
14. Конвективное горение ПС.
15. Низкоскоростной режим взрывчатого превращения.
16. Экспериментальное определение теплоты сгорания и температуры горения ПС.
17. Основные условия перехода горения в детонацию.
18. Зависимость скорости горения ПС от начальной температуры.
19. Факторы, влияющие на взрывчатые свойства ПС.
20. Контактные и бесконтактные методы измерения температуры.
21. Методы определения скорости горения ПС.
22. Методы определения скорости детонации.
23. Чувствительность ПС к тепловым и механическим воздействиям.

24. Регулирование скорости горения ПС введением добавок.
25. Пульсирующее горение ПС.
26. Влияние на скорость горения ПС спутного и встречного обдува воздухом.
27. Влияние на скорость горения зарядов ПС осесимметричного вращения

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. 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, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПбГТИ(ТУ)

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

#### **5. Темы и содержание интерактивных занятий**

- 5.1 Учебная групповая дискуссия по теме: «Основные свойства горючих и окислителей для ПС».
- 5.2 Учебная групповая дискуссия по теме «Влияние природы компонентов на процессы горения ПС».
- 5.3 Учебная групповая дискуссия на тему «Влияние технологических факторов на скорость горения ПС».
- 5.4 Учебная групповая дискуссия на тему «Влияние на процессы горения ПС внешних факторов».