

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
Теоретические основы горения и компоненты пиротехнических составов

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
Доцент		Доцент Павлов Б.Д.
Старший преподаватель		Егоров В.Н.

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы горения и компоненты пиротехнических составов» 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 ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
ПК-5 Способен исследовать физико-химические, технологические, взрывчатые и физико-механические свойства различных материалов как компонентов пиротехнических составов	ПК-5.1 Способность применять знания необходимых методик для изучения физико-химических, технологических и взрывчатых характеристик компонентов и пиротехнических составов	Знать: современные методы исследования физико-химических, взрывчатых и технологических характеристик компонентов и ПС (ЗН-1); Уметь: использовать физико-химические свойства компонентов и теоретические основы горения для компоновки рецептур ПС (У-1); Владеть: навыками исследования физико-химических, взрывчатых и технологических характеристик компонентов и ПС с учетом теоретических основ горения (Н-1).

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

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

3 Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам специализации части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.10.02) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Введение в технологию энергонасыщенных материалов и изделий», «Основы химии энергонасыщенных соединений». Полученные в процессе изучения дисциплины «Теоретические основы горения и компоненты пиротехнических составов» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Разработка пиротехнических составов и изделий», «Высокотемпературный синтез», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6/ 216
Контактная работа с преподавателем:	98
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	18 (8)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	8
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	64
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Тесты
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен/54

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.	Физико-химические и технологические характеристики компонентов и принципы составления рецептур ПС	12	9	18	27	ПК-5	ПК-5.1
2.	Теоретические основы горения ПС и влияние различных факторов	24	9	18	37	ПК-5	ПК-5.1

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение:</u> Структура учебной дисциплины. Цели и задачи учебной дисциплины.	2	ПЛ ⁴

4 **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 тренажёров, 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
1	<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.	2	
1	<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.	2	
1	<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.	6	
2	<u>Основные представления о механизмах горения ПС, переход горения в детонацию.</u> Основы теории стационарного и нестационарного горения взрывчатых материалов. Механизмы послойного и конвективного горения, процессы низкоскоростного взрывчатого превращения, переход горения в детонацию.	8	Ф
2	<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	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Влияние технологических факторов на скорость горения ПС.</u> Влияние на скорость горения соотношения компонентов и их дисперсности, коэффициента уплотнения.	4	
2	<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	
2	<u>Взрывчатые свойства ПС.</u> Основные факторы, влияющие на взрывчатые свойства ПС. методы оценки взрывчатых характеристик.	4	Ф
2	<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.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<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.	9	4	Учебно-групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	<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.	9	4	

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы всего	Примечания
1	<u>Основные свойства горючих, окислителей и вспомогательных компонентов для ПС.</u> Исследование физико-химических процессов в окислителях и горючих в условиях программируемого нагрева.	12	
1	<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	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы всего	Примечания
2	<u>Влияние технологических факторов на скорость горения ПС.</u> Исследование зависимости скорости горения ПС от дисперсности компонентов, их соотношения и коэффициента уплотнения.	12	
2	<u>Влияние на процессы горения внешних факторов.</u> Определение температуры самовоспламенения ПС. определение температурного профиля волны горения.	6	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Пути снижения гигроскопичности компонентов	13	Устный опрос
1	Использование сети Интернет для поиска прикладных программ расчёта основных характеристик горения.	14	Устный опрос
2	Спиновое горение прессованных образцов ПС.	4	Устный опрос
2	Особенности горения ПС с компонентами нанодисперсных размеров.	10	Устный опрос
2	Повышение устойчивости горения ПС в условиях повышенного давления.	10	Письменный опрос
2	Методы предотвращения перехода горения зарядов ПС во взрыв.	13	Устный опрос

4.5 Примеры вопросов для контрольного тестирования

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

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 экзамена.

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 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Определение активности металлических горючих
2. Зависимость скорости горения ПС от давления
3. Горение металлических горючих с галогенсодержащими окислителями.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно»⁵.

⁵ Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Пиротехника: учебник/Н.М. Варёных [и др.]. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. – 470с.
2. Основные процессы и аппараты пиротехнической технологии/ В.П. Чулков [и др.]. – Сергиев Посад: «Изд-во «Весь Сергиев Посад», 2009. – 528с.
3. Шидловский, А.А. Основы пиротехники/ А.А. Шидловский.- М.: Машиностроение, 1973. – 320с.
4. Горение порошкообразных металлов в активных средах / П.Ф. Похил [и др.]. – М.: «Наука», 1972.- 294с.
5. Бахман, Н.Н. Горение гетерогенных конденсированных систем/ Н.Н. Бахман, А.Ф. Беляев. – М.: Наука, 1967. – 227с.
6. Андреев, К.К. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ/ К.К. Андреев. М.: Наука, 1966. – 345с.

б) электронные учебные издания⁶:

7. Павлов, Б. Д. Цвет и его измерение : учебное пособие / Б. Д. Павлов, А. С. Дудырев, Е. П. Коваленко, А. П. Сусла ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра высокоэнергетических процессов.- Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2018. - 48 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.05.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
8. Коваленко, Е. П. Льдообразующие составы и конструкции на их основе : учебное пособие / Е. П. Коваленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра высокоэнергетических процессов.- Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. - 25 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.05.2021). – Режим доступа: для зарегистрированных 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

European Patent Office. – 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 «Теоретические основы горения и компоненты пиротехнических составов» 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(ТУ) 020-2011. КС УКВД. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. Общие требования к организации и проведению занятий.

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 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 обеспечение⁷.

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 программы⁸.

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,.

⁷ В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

⁸ 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.

- Барокамера для исследования процессов горения при разряде (вакууме),
- Дымовая камера,
- Секундомер-таймер СТС-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,
- 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", "Ростехнадзор", 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 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Теоретические основы горения и компоненты пиротехнических
составов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание ⁹	Этап формирования ¹⁰
ПК-5	Способен исследовать физико-химические, технологические, взрывчатые и физико-механические свойства различных материалов как компонентов пиротехнических составов	промежуточный

⁹ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

¹⁰ 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)
5.1 Способность применять знания необходимых методик для изучения физико-химических, технологических и взрывчатых характеристик компонентов и пиротехнических составов	Правильно выбирает современные методы исследования физико-химических, взрывчатых и технологических характеристик компонентов и ПС (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1-14 к экзамену	Перечисляет современные методы исследования физико-химических, взрывчатых и технологических характеристик компонентов и ПС с ошибками	Может выбирать современные методы исследования физико-химических, взрывчатых и технологических характеристик компонентов и ПС с помощью наводящих вопросов	Хорошо ориентируется в современных методах исследования физико-химических, взрывчатых и технологических характеристик компонентов и ПС. Может применить эти знания для решения инженерных задач
	Сопоставляет физико-химические свойства компонентов и теоретические основы горения для компоновки рецептур ПС (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 15-33 к экзамену	Имеет слабое представление о физико-химические свойства компонентов и теоретические основы горения для компоновки рецептур ПС	Может сопоставлять физико-химические свойства компонентов и теоретические основы горения для компоновки рецептур ПС с небольшими подсказками преподавателя	Способен самостоятельно использовать физико-химические свойства компонентов и теоретические основы горения для компоновки рецептур ПС
	Демонстрирует навыки исследования физико-химических, взрывчатых и технологических характеристик компонентов и ПС с учетом теоретических основ горения (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 34-43 к экзамену	Путается в физико-химических, взрывчатых и технологических характеристиках компонентов и ПС, теоретических основах горения	Демонстрирует с небольшими ошибками навыки исследования физико-химических, взрывчатых и технологических характеристик компонентов и ПС с учетом теоретических основ горения	Демонстрирует хорошие навыки исследования физико-химических, взрывчатых и технологических характеристик компонентов и ПС с учетом теоретических основ горения

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента
по компетенции ПК-5:

- 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.
 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
 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.
 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 послынного горения и развитие детонации.
 42. Влияние начальной температуры на скорость горения ПС.
 43. Влияние на скорость горения обдува воздухом и вращения.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 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 защиты курсового проекта (курсовой работы), экзамена или зачёта.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). При этом «удовлетворительно» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.