

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
Разработка пиротехнических составов и изделий

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.31.05

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| Должность | Подпись | Ученое звание, фамилия, инициалы |
|---------------------|---------|-------------------------------------|
| Заведующий кафедрой | | Профессор Дудырев А.С. |

Рабочая программа дисциплины «Разработка пиротехнических составов и изделий»
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. | 8 |
| 4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)..... | 12 |
| 4.4. Лабораторные занятия. | 12 |
| 4.5. Самостоятельная работа обучающихся..... | 13 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине..... | 14 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации. | 14 |
| 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины..... | 14 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины..... | 16 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине..... | 16 |
| 10.1. Информационные технологии..... | 16 |
| 10.2. Программное обеспечение..... | 16 |
| 10.3. Информационные справочные системы..... | 16 |
| 11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. | 16 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья..... | 17 |

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 |
|-------------------------|--|--|
| ОПК-1 | способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности | <p>Знать: основные способы компоновки рецептур, позволяющие достигнуть необходимый пиротехнический эффект.</p> <p>Уметь: сопоставлять полученные экспериментальные данные и разрабатывать способы, позволяющие объективно оценить преимущества или недостатки того или иного пиротехнического состава.</p> <p>Владеть: методами выявления необходимых компонентов, носящих максимальный вклад в достижение получаемого пиротехнического эффекта.</p> |
| ПК-10 | способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований | <p>Знать: современные представления о свойствах и назначении основных компонентов, используемых для изготовления пиротехнических составов (ПС); основные характеристики ПС и факторов, их определяющих; - определяющие факторы, обеспечивающие эффективность воспламенительных и зажигательных составов..</p> <p>Уметь: осуществлять расчеты оптимальных рецептур, характеристик горения или получаемого пиротехнического эффекта.</p> <p>Владеть: навыками расчета характеристик полученного пиротехнического эффекта.</p> |
| ПСК-4.2 | готовностью исследовать физико-химические, технологические, взрывчатые и физико-механические свойства различных материалов как | <p>Знать: способы построения (компоновки) рецептур пиротехнических составов</p> |

| Коды компетенции | Результаты освоения ООП (содержание компетенций) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|------------------|--|---|
| | компонентов | <p>конкретного назначения; методы регулирования их характеристик; направления разработки воспламенительных составов конкретного назначения; Уметь: подбирать оптимальные добавки для регулирования скорости горения и усиления требуемого пиротехнического эффекта; производить выбор компонентов в зависимости от используемого инициирующего импульса, в частности проволочки накаливания, искрового разряда, разряда конденсатора Владеть: способами оценки эффективности воспламенительных составов, а именно чувствительностью к лучу огня, температуре самовоспламенения, воспламеняющей способностью; способами определения эффективности действия зажигательных составов по воспламенению окружающих предметов и прожиганию металлических преград</p> |
| ПСК-4.3 | способностью разрабатывать программы и методики для проведения исследований и испытаний пиротехнических составов и изделий и контроля технологических процессов их получения | <p>Знать: методы получения необходимого или заданного пиротехнического эффекта; особенности конструктивного исполнения изделий с целью получения необходимого пиротехнического эффекта; - основные характеристики, позволяющие определить эффективность использования того или иного импульса, приводящего к надежному воспламенению пиротехнических составов Владеть:</p> |

| | | |
|-------------------------|---|---|
| <i>Коды компетенции</i> | Результаты освоения ООП (содержание компетенций) | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
| | | способностью приготовить пиротехнический состав заданного назначения. |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам базовой части дисциплин (Б1.Б.31.05), изучается на 4 курсе в 8 семестре, и на 5 курсе в 9 семестре.

Изучение дисциплины «Разработка пиротехнических составов и изделий» основано на знании студентами материалов дисциплины «Химия», «Физика», «Введение в технологию энергонасыщенных материалов», «Теоретические основы горения и компоненты пиротехнических составов», «Технология и оборудование пиротехнических производств».

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 |
| Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов) | 11/396 |
| Контактная работа с преподавателем: | 184 |
| занятия лекционного типа | 86 |
| занятия семинарского типа, в т.ч. | 86 |
| семинары, практические занятия | - |
| лабораторные работы | 86 |
| курсовое проектирование (КР или КП) | - |
| КСР | 12 |
| другие виды контактной работы | |
| Самостоятельная работа | 149 |
| Формы текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП) | - |
| Форма промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | Экзамен (63) в 8 и 9 семестрах |

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 | | |
| 4 курс, 8 семестр | | | | | | |
| 1 | Введение | 2 | - | 2 | 4 | ПК-10, ПСК-4.3 |
| 2 | Пламя (низкотемпературная плазма) как эффект, обеспечивающий освещение местности и наблюдения | 6 | - | 6 | 14 | ОПК-1, ПСК-4.2, ПСК-4.3 |
| 3 | Разработка осветительных пиротехнических составов | 6 | - | 6 | 14 | ПК-10, ПСК-4.2, ПСК-4.3 |
| 4 | Способы получения окрашенных пламен (цветных пламен) | 6 | - | 6 | 14 | ПК-10, ПСК-4.2, ПСК-4.3 |
| 5 | Трассирующие составы | 6 | - | 6 | 14 | ПСК-4.2, ПСК-4.3 |
| 6 | Составы теплового излучения | 6 | - | 6 | 14 | ПСК-4.2, ПСК-4.3 |
| 5 курс, 9 семестр | | | | | | |
| 7 | Воспламенительные и зажигательные составы | 9 | - | 9 | 12 | ОПК-1, ПК-10, ПСК-4.2, ПСК-4.3 |
| 8 | Разработка составов аэродисперсных систем (аэрозоли) | 9 | - | 9 | 13 | ОПК-1, ПСК-4.2, ПСК-4.3 |
| 9 | Пиротехнические составы – источники кислорода | 9 | - | 9 | 13 | ОПК-1, ПСК-4.2, ПСК-4.3 |
| 10 | Пиротехнические составы, сгорающие без пламени и газообразных продуктов | 9 | - | 9 | 13 | ОПК-1, ПСК-4.2, ПСК-4.3 |
| 11 | Использование пиротехнических составов в качестве топливных зарядов | 9 | - | 9 | 12 | ОПК-1, ПСК-4.2, ПСК-4.3 |

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Занятия лекционного типа, акад. часы | Занятия семинарского типа, академ. часы | | Самостоятельная работа, акад. часы | Формируемые компетенции |
|-------|--|--------------------------------------|---|---------------------|------------------------------------|-------------------------|
| | | | Семинары и/или практические занятия | Лабораторные работы | | |
| 12 | Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Получение новых химических соединений | 9 | - | 9 | 12 | ОПК-1, ПК-10 |

4.2. Занятия лекционного типа.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|--|-------------------|------------|
| 1 | <u>Введение</u> - Пиротехнический эффект как результат реакции горения. Возможные виды пиротехнического эффекта: пламя (низкотемпературная плазма), выделение тепла, образование дыма, тумана, выделение газообразных продуктов, в том числе особо чистых, сочетание эффекта газа и тепла для получения реактивной тяги, образование ЭДС, получение химических соединений. | 2 | |
| 2 | <u>Пламя (низкотемпературная плазма) как эффект, обеспечивающий освещение местности и наблюдения</u> - Законы излучения применительно к излучению низкотемпературной плазмы. Формула Планка, закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина, формула Вина, закон Кирхгоффа. Виды излучения пламени: линейный, полосатый, сплошной спектры и природа их появления в пламенах, температура пламени, его нагретость, понятие истинной температуры (реальной) и ее взаимосвязь с радиационной, яркостной, цветовой температурой. Основные факторы, определяющие излучение пламен. Возбуждение атомов, молекул, захват электронов, конденсированные излучатели и их классификация. Химические процессы, протекающие в пламенах, сопровождающиеся излучением видимой области спектра. Хемилюминесценция. Излучение пламен в ИК-области спектра, основные излучатели. | 6 | |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------------|--|----------------------|------------|
| 3 | <p><u>Разработка осветительных пиротехнических составов</u> - Понятие дневного и ночного зрения, относительная видность, пороговая чувствительность человеческого глаза, время адаптации человеческого глаза от условий освещенности, минимальное время горения факела осветительного состава. Требования к светотехническим характеристикам осветительных средств.</p> | 6 | |
| 4 | <p><u>Способы получения окрашенных пламен (цветных пламен)</u> - Интервалы длин волн синего, зеленого, желтого и красного спектра излучения. Чувствительность человеческого глаза к восприятию излучения различных длин волн в светлое время суток и сумерки. Требования к светотехническим характеристикам составов цветных пламен. Составы синего цвета пламени, составы зеленого цвета пламени, составы желтого цвета пламени, составы красного цвета пламени, составы белого цвета пламени. Использование атомарного и молекулярного излучения для принятия заданной цветности. Вспомогательные добавки, обеспечивающие синтез излучателей в пламени. Методы обеспечения необходимых интервалов температуры пламен, с целью получения устойчивого молекулярного излучения.</p> | 6 | |
| 5 | <p><u>Трассирующие составы</u> - Назначение, требование к цвету пламени, дымность. Светотехнические характеристики. Особенности практической эксплуатации, вращение и разрежение. Разрабатываются три группы составов: первое, для снаряжения трассеров стрелкового оружия; второе, для снаряжения трассеров артиллерийских боевых припасов и для снаряжения трассеров реактивных снарядов, в которых выполняют роль активного элемента в автоматизированных средствах наведения.</p> | 6 | |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------------|---|----------------------|------------|
| 6 | <p><u>Составы теплового излучения</u> - Пламя составов должно излучать энергию преимущественно в невидимом тепловом диапазоне. Видимое излучение существенно ограничивается. Поставленная цель достигается путем синтеза при горении раскаленных источников излучения, дающих в пламени непрерывный спектр приходящийся на невидимый ИК-диапазон.</p> <p>Составы предназначаются для тепловой защиты в военной технике, а также могут быть использованы как ложные тепловые цели.</p> | 6 | |
| 7 | <p><u>Воспламенительные и зажигательные составы</u> - Классификация воспламенительных составов по назначению и способу инициирования. Методы определения основных характеристик. Воспламенительные составы, приводящиеся в действие механическим импульсом: накольные, ударные, терочные.</p> <p>Воспламенительные составы, приводящиеся в действие электрическими импульсами, разогревающимся мостиком накаливания, искровые. Составы воспламеняющиеся с помощью взрывающихся мостиков.</p> <p>Воспламенительные составы для снаряжения воспламенителей твердых и жидких ракетных топлив.</p> <p>Классификация зажигательных составов по целевому назначению. Методы испытаний. Основные характеристики. Твердые горючие смеси, термиты, металлизированные огнесмеси, напалм, супернапалм, индивидуальные горючие вещества, сплав «электрон», способы воспламенения. Зажигательные составы направленного действия. Пиротехнический резак, резка металлов в различных средах, в том числе под водой на больших глубинах.</p> <p>Использование зажигательных составов для сварки проводов и металлов в полевых условиях.</p> | 9 | |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------------|---|----------------------|------------|
| 8 | <p><u>Разработка составов аэродисперсных систем (аэрозоли)</u> - Оценка устойчивости аэрозолей. Особенности поглощения света аэрозолями. Взаимодействие частиц аэрозоля с электромагнитным излучением. Основные характеристики аэродисперсных систем. Маскирующие дымовые составы, окрашенные дымы (цветные), противорадиационные дымовые составы.</p> <p>Составы аэрозолей, поглощающие лазерное излучение. Специальные аэрозольные составы, возгоняющие токсичные компоненты для защиты растений от поражения грибками, бактериями и насекомыми. Аэрозольные составы для использования в хранилищах против грызунов. Аэрозольные составы специального назначения.</p> | 9 | |
| 9 | <p><u>Пиротехнические составы — источники кислорода</u> - Составы для индивидуальных дыхательных аппаратов (изолирующий противогаз). Составы — источники кислорода для автономных объектов. Составы на основе перекисей и надперекисей металлов. Составы на основе перхлоратов. Особенности воспламенения. Требования к продуктам сгорания. Регенерация выдыхаемого воздуха.</p> | 9 | |
| 10 | <p><u>Пиротехнические составы, сгорающие без пламени и газообразных продуктов</u> - Характеристики. Назначение. Использование эффекта равномерного перемещения фронта горения как своеобразного часового механизма.</p> <p>Пиротехнические составы для снаряжения временных устройств, реле времени, средства пировавтоматики, замедлители.</p> <p>Пиротехнические составы для снаряжения разогревных источников тока.</p> <p>Пиротехнические составы прямого преобразования энергии горения в электрическую. Пиротехнические генераторы электрического тока. Пиротехнические составы, выполняющие функцию пирозамыкателей и выключателей в средствах автоматики автономных объектов.</p> | 9 | |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|---|-------------------|------------|
| 11 | <p><u>Использование пиротехнических составов в качестве топливных зарядов</u> - Прямоточные воздушнореактивные двигатели твердых топлив. Теплотворная способность твердых топлив.</p> <p>Газопроизводительность. Степень подогрева. Понятие удельного импульса топлива и тяги двигателя. Конструкции двигателей.</p> <p>Гидрореагирующие топлива для двигателей ракето-торпед.</p> | 9 | |
| 12 | <p><u>Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Получение новых химических соединений</u> - Термодинамика. Взаимодействие металлов с металлоидами и углеродом. Диффузия как основной фактор, определяющий физическое взаимодействие в форме горения. Влияние температуры и размеров заготовки.</p> <p>Особенности конструктивного исполнения реактора. Получение металлокерамических жаростойких элементов и конструкций.</p> <p>Получение высокотвердых (абразивных) материалов в волне горения.</p> <p>Реакторы, особенности их конструкций для создания условий, способствующих протеканию химических реакций взаимодействий в волне горения.</p> | 9 | |

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

Учебным планом не предусмотрены.

4.4. Лабораторные занятия.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|---|-------------------|------------|
| 1 | Определение светотехнических характеристик пиротехнических пламен. | 6 | |
| 2 | Определение цветового тона и частоты света пиротехнических пламен. | 6 | |
| 3 | Определение силы излучения пиротехнических составов в ИК диапазоне. | 7 | |
| 4 | Определение эффективности действия термитных составов. | 7 | |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|--|-------------------|------------|
| 5 | Определение мощности воспламенительных составов. | 6 | |
| 6 | Разработка осветительных пиротехнических составов на основе металлических горючих и кислородсодержащих окислителей. | 12 | |
| 7 | Разработка цветопламенных пиротехнических составов на основе металлических горючих, окислителей и специальных добавок, окрашивающих пламенна в красные, зеленые и синие цвета. | 12 | |
| 8 | Разработка синтетических пиротехнических пламен. | 10 | |
| 9 | Трассирующие составы для артиллерийских систем на основе пиротехнических составов | 10 | |
| 10 | Разработка составов теплового излучения на основе углеродсодержащих компонентов. | 10 | |

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|---|-------------------|--------------------------|
| 1 | Использование ресурсов сети Интернет для поиска нового программного обеспечения, позволяющего делать расчеты полученного пиротехнического эффекта | 16 | Контрольное тестирование |
| 2 | Новые разработки в области пиротехнических средств | 16 | Контрольное тестирование |
| 3 | Особенности структуры и температуры пламени, получаемого при горении ПС, | 17 | Контрольное тестирование |
| 4 | Расчет освещенности, величины светового потока, удельной светосуммы, световой отдачи и светового КПД. | 17 | Контрольное тестирование |
| 5 | Виды поглощения излучения внутри пламени, взаимодействие фотонов, соударение частиц, взаимодействие с конденсированными | 17 | Контрольное тестирование |
| 6 | Обоснуйте необходимость использования красного цвета пламени в трассирующих | 17 | Контрольное тестирование |
| 7 | Специальные пиротехнические средства: составы для резки металлов | 17 | Контрольное тестирование |
| 8 | Получения необходимого или заданного пиротехнического эффекта используя | 16 | Контрольное тестирование |
| 9 | Современные направления развития СВС синтеза | 16 | Контрольное тестирование |

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 экзамене:

| |
|--|
| <p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none">1. Световые характеристики пламенных составов2. Составы аэрозолей3. Зажигательные составы |
|--|

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.

2. Основные процессы и аппараты пиротехнической технологии : справочник / В. П. Чулков [и др.] ; под ред. Н. М. Вареных. – Сергиев Посад. : Весь Сергиев Посад, 2009. - 528 с.

б) дополнительная литература:

1. Расчет безопасных условий переработки баллиститных порохов по шнековой технологии : метод. указания / В. С. Сахин, В. В. Петров, Е. А. Веретенни; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии высокомолекуляр. соединений. - СПб., 2009. - 20 с.

2. Цыпин, В. Г. Основы химии и технологии баллиститных порохов и ракетных топлив : учеб. пособие / В. Г. Цыпин, В. М. Яблоков; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии высокомолекуляр. соединений. - СПб., 2011 – 54 с.

в) вспомогательная литература:

1. Николаев, Н. В. Пиротехник-любитель : учеб. пособие / Н. В. Николаев. – Сергиева Посад. : Русская пиротехника, 2008. – 320 с.
2. Вареных, Н. М. О происхождении увеселительных огней : учеб. пособие / Н. М. Вареных. – Сергиев Посад. : Русская пиротехника, 2008. – 192 с.
3. Вареных, Н. М. Общедоступная пиротехника : учеб. пособие / Н. М. Вареных. – Сергиев Посад. : Русская пиротехника, 2008. – 288 с.
4. Вареных, Н. М. Краткий курс пиротехники : учеб. пособие / Н. М. Вареных. – Сергиев Посад. : Русская пиротехника, 2008. – 304 с.
5. Вареных, Н. М. Пиротехническое производство : учеб. пособие / Н. М. Вареных. – Сергиев Посад. : Русская пиротехника, 2008. – 368 с.
6. Мадякин, Ф.П. Компоненты гетерогенных горючих систем : учеб. пособие / Ф. П. Мадякин, Н. А. Силин. – М. : ЦНИИНТИ, 1984. - 299 с.
7. Шидловский, А. А. Основы пиротехники : учеб. пособие / А. А. Шидловский. - М. : Машиностроение, 1973. – 320 с.
8. Бахман, Н.Н. Горение гетерогенных конденсированных систем : учеб. пособие / Н. Н. Бахман, А. Ф. Беляев. - М. : Наука, 1967. – 226 с.
9. Беляев, А.Ф. Горение, детонация и работа взрыва конденсированных систем : учеб. пособие / А. Ф. Беляев. – М. : Наука, 1968. - 255 с.
10. Сохраняемость пиротехнических средств. Обзор. / В. Д. Борисов [и др.]. - М. : ЦНИИИТИКПК, 1989. - 72с.
11. Шидловский, А. А. Пиротехника в народном хозяйстве : учеб. пособие / А. А. Шидловский, А. И. Сидоров, Н. А. Силин. – М. : Машиностроение, 1978. – 236 с.
12. Дубнов, Л. В. Промышленные взрывчатые вещества : учеб. пособие / Л. В. Дубнов, Н. С. Бахаревич, А. И. Романов. - М. : Недра, 1988. - 358 с.

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

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

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

Федеральный институт промышленной собственности. – Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru

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 «Разработка пиротехнических составов и изделий» 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 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, MathCad, PyroTherm.

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 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", "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 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Разработка пиротехнических составов и изделий»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

| Компетенции | | |
|--------------------|--|--------------------------|
| Индекс | Формулировка | Этап формирования |
| ОПК-1 | способностью использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности | промежуточный |
| ПК-10 | способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований | промежуточный |
| ПСК-4.2 | готовностью исследовать физико-химические, технологические, взрывчатые и физико-механические свойства различных материалов как компонентов пиротехнических составов | промежуточный |
| ПСК-4.3 | способностью разрабатывать программы и методики для проведения исследований и испытаний пиротехнических составов и изделий и контроля технологических процессов их получения | промежуточный |

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

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|---|---|--|-------------|
| Освоение раздела № 1 | Знает современные представления о свойствах и назначении основных компонентов, используемых для изготовления пиротехнических составов (ПС); | Правильные ответы на вопросы №14-15 к экзамену | ПК-10 |
| | Знает методы получения необходимого или заданного пиротехнического эффекта | Правильные ответы на вопрос №43 к экзамену | ПСК-4.3 |
| Освоение раздела №2 | Знает основные способы компоновки рецептур, умеет сопоставлять полученные экспериментальные данные и разрабатывать способы, позволяющие объективно оценить преимущества | Правильные ответы на вопросы №1-3 к экзамену | ОПК-1 |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|---|--|--|-------------|
| | пиротехнического состава, владеет методами выявления необходимых компонентов, носящих максимальный вклад в достижение получаемого пиротехнического эффекта. | | |
| | Знает способы построения (компоновки) рецептур пиротехнических составов конкретного назначения; Умеет подбирать оптимальные добавки для регулирования скорости горения и усиления требуемого пиротехнического эффекта; | Правильные ответы на вопросы №24-25 к экзамену | ПСК-4.2 |
| | Знает особенности конструктивного исполнения изделий с целью получения необходимого пиротехнического эффекта; | Правильные ответы на вопросы №44-45 к экзамену | ПСК-4.3 |
| Освоение раздела № 3 | Знает основные характеристики ПС и факторов, их определяющих; Владеет навыками расчета характеристик полученного пиротехнического эффекта. | Правильные ответы на вопросы №16-17 к экзамену | ПК-10 |
| | Знает способы построения (компоновки) рецептур пиротехнических составов конкретного назначения; Умеет подбирать оптимальные добавки для регулирования скорости горения и усиления требуемого пиротехнического эффекта. | Правильные ответы на вопросы №26-27 к экзамену | ПСК-4.2 |
| | Знает методы получения необходимого или заданного пиротехнического эффекта. Владеет способностью приготовить пиротехнический состав заданного назначения. | Правильные ответы на вопросы №46-47 к экзамену | ПСК-4.3 |
| Освоение раздела №4 | Знает основные характеристики ПС и факторов, их определяющих; Владеет навыками расчета характеристик полученного пиротехнического эффекта. | Правильные ответы на вопросы №18-20 к экзамену | ПК-10 |
| | Знает способы построения | Правильные ответы на | ПСК- |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|---|---|--|-------------|
| | (компоновки) рецептур пиротехнических составов конкретного назначения; Умеет подбирать оптимальные добавки для регулирования скорости горения и усиления требуемого пиротехнического эффекта. | вопрос №28 к экзамену | 4.2 |
| | Знает методы получения необходимого или заданного пиротехнического эффекта. Владеет способностью приготовить пиротехнический состав заданного назначения. | Правильные ответы на вопросы №48-50 к экзамену | ПСК-4.3 |
| Освоение раздела № 5 | Знает методы регулирования характеристик пиротехнических составов | Правильные ответы на вопрос №29 к экзамену | ПСК-4.2 |
| | Знает особенности конструктивного исполнения изделий с целью получения необходимого пиротехнического эффекта | Правильны ответы на вопрос №51 к экзамену | ПСК-4.3 |
| Освоение раздела № 6 | Знает способы построения (компоновки) рецептур пиротехнических составов конкретного назначения. Умеет подбирать оптимальные добавки для регулирования скорости горения и усиления требуемого пиротехнического эффекта. | Правильны ответы на вопросы №30-31 к экзамену | ПСК-4.2 |
| | Знает особенности конструктивного исполнения изделий с целью получения необходимого пиротехнического эффекта; | Правильны ответы на вопрос №52 к экзамену | ПСК-4.3 |
| Освоение раздела № 7 | Знает основные способы компоновки рецептур, позволяющие достигнуть необходимый пиротехнический эффект. | Правильны ответы на вопросы №4-5 к экзамену | ОПК-1 |
| | Знает определяющие факторы, обеспечивающие эффективность воспламенительных и зажигательных составов | Правильны ответы на вопрос №21 к экзамену | ПК-10 |
| | Знает направления разработки воспламенительных составов | Правильны ответы на вопросы №32-33 к | ПСК-4.2 |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|---|--|--|-------------|
| | <p>конкретного назначения.</p> <p>Умеет производить выбор компонентов в зависимости от используемого иницирующего импульса, в частности проволочки накаливания, искрового разряда, разряда конденсатора</p> <p>Владеет способами оценки эффективности воспламенительных составов, а именно чувствительностью к лучу огня, температуре самовоспламенения, воспламеняющей способностью; способами определения эффективности действия зажигательных составов по воспламенению окружающих предметов и прожиганию металлических преград</p> | экзамену | |
| | <p>Знает основные характеристики, позволяющие определить эффективность использования того или иного импульса, приводящего к надежному воспламенению пиротехнических составов.</p> <p>Владеет способностью приготовить пиротехнический состав заданного назначения.</p> | Правильны ответы на вопросы №53-54 к экзамену | ПСК-4.3 |
| Освоение раздела № 8 | <p>Умеет сопоставлять полученные экспериментальные данные и разрабатывать способы, позволяющие объективно оценить преимущества или недостатки того или иного пиротехнического состава.</p> | Правильны ответы на вопросы №6-7 к экзамену | ОПК-1 |
| | <p>Знает методы регулирования характеристик пиротехнических составов</p> | Правильные ответы на вопросы №34-35 к экзамену | ПСК-4.2 |
| | <p>Знает особенности конструктивного исполнения изделий с целью получения необходимого пиротехнического эффекта</p> | Правильные ответы на вопрос №55 к экзамену | ПСК-4.3 |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|---|---|--|-------------|
| Освоение раздела № 9 | Владеет методами выявления необходимых компонентов, носящих максимальный вклад в достижение получаемого пиротехнического эффекта. | Правильны ответы на вопрос №8 к экзамену | ОПК-1 |
| | Знает методы регулирования характеристик пиротехнических составов | Правильные ответы на вопросы №37-38 к экзамену | ПСК-4.2 |
| | Знает особенности конструктивного исполнения изделий с целью получения необходимого пиротехнического эффекта | Правильные ответы на вопросы №56-57 к экзамену | ПСК-4.3 |
| Освоение раздела № 10 | Знает основные способы компоновки рецептур, позволяющие достигнуть необходимый пиротехнический эффект. Умеет разрабатывать способы, позволяющие объективно оценить преимущества пиротехнического состава. | Правильны ответы на вопрос №9 к экзамену | ОПК-1 |
| | Знает способы построения (компоновки) рецептур пиротехнических составов конкретного назначения; Умеет подбирать оптимальные добавки для регулирования скорости горения и усиления требуемого пиротехнического эффекта. | Правильные ответы на вопросы №39-40 к экзамену | ПСК-4.2 |
| | Знает методы получения необходимого или заданного пиротехнического эффекта. | Правильные ответы на вопросы №58-59 к экзамену | ПСК-4.3 |
| Освоение раздела № 11 | Умеет разрабатывать способы, позволяющие объективно оценить преимущества пиротехнического состава. Владеет методами выявления необходимых компонентов, носящих максимальный вклад в достижение получаемого пиротехнического эффекта. | Правильны ответы на вопросы №10-11 к экзамену | ОПК-1 |

| Показатели оценки результатов освоения дисциплины | Планируемые результаты | Критерий оценивания | Компетенции |
|---|--|--|-------------|
| | Знает способы построения (компоновки) рецептур пиротехнических составов конкретного назначения; Умеет подбирать оптимальные добавки для регулирования скорости горения и усиления требуемого пиротехнического эффекта. | Правильные ответы на вопросы №41-42 к экзамену | ПСК-4.2 |
| | Знает методы получения необходимого или заданного пиротехнического эффекта. | Правильные ответы на вопросы №60-62 к экзамену | ПСК-4.3 |
| Освоение раздела № 12 | Знает основные способы компоновки рецептур, позволяющие достигнуть необходимый пиротехнический эффект. | Правильны ответы на вопросы №12-13 | ОПК-1 |
| | Знает современные представления о свойствах и назначении основных компонентов, используемых для изготовления пиротехнических составов (ПС) | Правильные ответы на вопросы №22-23 к экзамену | ПК-10 |

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

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОТК-1:

1. Способы определения светотехнических характеристик.
2. Приведите расчетные формулы, используемые для объективной оценки излучательной способности пламён.
3. Какой вид излучения пламён является наиболее интенсивным, а именно: атомарное, молекулярное или излучение конденсированных веществ.
4. Способы оценки эффективности воспламенительных составов.
5. Способы оценки эффективности зажигательных составов.
6. Назовите основные физико-химические принципы образования аэродисперсных систем.
7. Какие из известных Вам способов постановки аэрозолей являются предпочтительными и в каких условиях практического применения.
8. Чем отличаются по составу исходные компоненты пиротехнические источники кислорода, применяемые в системах жизнеобеспечения крупных обитаемых объектов и пиротехнические источники кислорода индивидуальных дыхательных аппаратов.
9. Перечислите возможные области применения пиротехнических составов, обладающих свойством беспламенного и безгазового горения.

10. Сформулируйте основные принципы компоновки рецептур пиротехнических твердых топлив для прямоточных воздушно-реактивных двигателей.
11. Назовите основные компоненты и их роль в специальных гидрореагирующих топливах.
12. Назовите какие изделия и для каких целей могут быть синтезированы методом высокотемпературного горения.
13. Опишите способ подготовки компонентов, предшествующий их формованию, в заготовке изделий, полученных методом СВС.

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-10:

14. Пиротехнический эффект и его виды.
15. Дымы, туманы, аэрозоли.
16. Разработка осветительных составов.
17. Особенности восприятия света человеческим глазом. Требования к светотехническим характеристикам осветительных средств.
18. Назовите спектральный диапазон и доминирующую длину волны синего и зеленого цвета.
19. Назовите спектральный диапазон и доминирующую длину волны красного и желтого цвета.
20. Получение окрашенных пламен. Способы возбуждения молекул.
21. Воспламенительные составы, классификация.
22. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Получение новых материалов путем СВС.
23. Терморегулируемый высокотемпературный синтез.

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

24. Атомарное излучение пламени.
25. Хемилюминесценция.
26. Разработка осветительных составов на основе $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$. Достоинства и недостатки.
27. Осветительные составы на основе перхлората натрия. Преимущества и недостатки.
28. Составы синего цвета пламени.
29. Трассирующие составы.
30. Составы ИК-излучения.
31. Составы ложных тепловых целей.
32. Принципы компоновки рецептур ВС, инициируемых от огневого импульса.
33. Принципы компоновки рецептур ВС, инициируемых мостиками накаливания.
34. Основные характеристики аэродисперсных систем.
35. Маскирующие и сигнальные дымы.
36. Противогодавые составы.
37. Составы на основе перекисей и надперекисей металлов.
38. Составы на основе перхлоратов.
39. Составы для пиронагревателей.
40. Важнейшие характеристики составов для временных устройств.
41. Выбор компонентов для топливных композиций.
42. Твердые топлива для ПВРД.

г) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПСК-4.3:

43. Пламя, плазма, аэрозоль, туман и дым как виды пиротехнических эффектов.
44. Виды излучений пламени.
45. Химические процессы, протекающие в пламени.
46. Фотоосветительные составы. Особенности конструирования изделий.
47. Влияние геометрических и массовых параметров на светотехнические характеристики изделий.
48. Возможные способы получения синей окраски пламени.
49. Возможные способы получения зеленой окраски пламени.
50. Получение окрашенных пламен желтого и красного цвета.
51. Группы составов для снаряжения трассеров различного вида вооружения.
52. Трассирующие составы для пуль стрелкового оружия.
53. ВС, инициируемые механическим воздействием.
54. Принцип действия воспламенителей со взрывающимся мостиком накаливания.
55. Способы постановки активных дымов.
56. Составы для индивидуальных дыхательных аппаратов.
57. Составы — источники кислорода для автономных объектов
58. Разогревные источники тока.
59. Технологические особенности производства пиронагревателей
60. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели ТТ, конструкция, достоинства и не-достатки (ПВРД ТТ).
61. Воспламенительные составы для ТРТ
62. Гидрореагирующее топливо.

Примеры вопросов для контрольного опроса:

1. Осветительные составы. Назовите основные излучатели в пламени
 - а) атомы
 - б) молекулы
 - в) электроны
 - г) раскаленные источники
2. Назовите диапазон видимого излучения
 - а) 200 – 400 нм
 - б) 400 – 600 нм
 - в) 400 – 700 нм
3. Назовите диапазон излучения синего цвета
 - а) 300 – 400 нм
 - б) 400 – 500 нм
 - в) 500 – 600 нм
4. Назовите диапазон зеленого цвета
 - а) 300 – 400 нм
 - б) 400 – 500 нм
 - в) 500 – 550 нм
5. Назовите диапазон желтого цвета
 - а) 400 – 500 нм
 - б) 500 – 600 нм
 - в) 550 – 600 нм
6. Назовите диапазон красного цвета
 - а) 550 – 650 нм
 - б) 600 – 700 нм
 - в) 700 – 800 нм
7. Назовите диапазон ближнего ИК излучения

- а) 1 – 2 мкм
 - б) 1 – 5 мкм
 - в) 0,8 – 1,5 мкм
8. Назовите диапазон длинноволнового ИК излучения
- а) более 500 мкм
 - б) 50 – 100 мкм
 - в) 10 – 20 мкм
9. Назовите добавки, увеличивающие излучение в ИК области
- а) CaO
 - б) MgF₂
 - в) нафталин
 - г) парафин
10. Выберите лучший загуститель для получения зажигательных составов типа «Напалм»:
- а) стеариновая кислота
 - б) повитиновая кислота
 - в) полиизобутилен
11. С какой целью используют термические составы
- а) сварка рельс
 - б) сварка проводов
 - в) поджиг древесины
12. Назовите добавки, увеличивающие излучение в ИК области
- а) CaO
 - б) MgF₂
 - в) нафталин
 - г) парафин
13. Назовите компоненты, используемые в составах, генерирующих чистый азот:
- а) азид свинца
 - б) нитрат аммония
 - в) азид натрия
14. Выберите предпочтительные окислители для пиротехнических составов – источников кислорода:
- а) оксиды металлов
 - б) пероксиды металлов
 - в) хлораты металлов
 - г) перхлораты металлов
15. Выберите оптимальный способ постановки активных аэрозолей, препятствующих выпадению градов:
- а) распыление реагента с самолета
 - б) использования специальной горелки
 - в) применение артиллерийского снаряда
 - г) использование реактивного снаряда
16. Пиротехнические патроны для снаряжение изолирующих противгазов. Возможные способы воспламенения:
- а) воздействие химических реагентов кислота, щелочь,
 - б) использование огневого импульса
 - в) применения пускового реагента для зажигания составов – вода
17. Способы постановки цветных дымов:
- а) диспергирование красителей взрывом
 - б) использование форсунок
 - в) возгонка термовозгоночной пиротехнической смесью

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

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