

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
Пироавтоматика

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
Заведующий кафедрой		профессор Дудырев А.С.
Старший преподаватель		Сула А.П.

Рабочая программа дисциплины «Пироавтоматика» 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.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	12
4.3.1. Семинары, практические занятия	12
4.3.2. Лабораторные занятия.....	12
4.4. Самостоятельная работа.....	15
4.5. Примеры вопросов для контрольного тестирования.....	16
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	21
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	21
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	22
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	22
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	23
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	23
10.2. Программное обеспечение.....	23
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	23
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	24
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	25

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
<p>ПК-6 Способен разрабатывать программы и методики для проведения исследований и испытаний пиротехнических составов и изделий и контроля технологических процессов их получения</p>	<p>ПК-6.1 Способность снаряжать пиротехнические составы в различные узлы изделий пировавтоматики, с обеспечением необходимых характеристик по плотности, скорости горения и времени действия изделий.</p>	<p>Знать: принципы конструирования средств пировавтоматики, разработки рецептур составов для их снаряжения, а также факторы, влияющие на функционирование средств пировавтоматики (ЗН-1).</p> <p>Уметь: осуществлять выбор различных материалов для изготовления средств пировавтоматики, содержащие замедлительные и воспламенительные составы различного назначения (У-1).</p> <p>Владеть: навыками снаряжения пиротехнических составов в различные узлы изделий пировавтоматики, с обеспечением необходимых характеристик по скорости горения и времени действия изделий (Н-1).</p>

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 разработчиком 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.10.07) и изучается на 5 курсе в 10 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Разработка пиротехнических составов и изделий» и «Высокотемпературный синтез». Полученные в процессе изучения дисциплины «Пироавтоматика» знания, умения и навыки могут быть использованы 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)	5/ 180
Контактная работа с преподавателем:	62
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	-
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36 (14)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	8
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	91
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	тестирование
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен/27

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.	Классификация и основные требования к средствам пироавтоматики и энергонасыщенным материалам, используемым для их снаряжения.	8	0	18	45	ПК-6	ПК-6.1
2.	Конструкции средств пироавтоматики, их основные характеристики и факторы, влияющие на них.	10	0	18	46	ПК-6	ПК-6.1

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Введение</u> Основные функции устройств пироавтоматики (ПА) в ракетно-космической технике; боеприпасах и других отраслях техники. Краткий исторический очерк. Примеры функционирования систем пироавтоматики в космических полетах и боеприпасах.	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 тренажеров, имитаторов (Тр), компьютерная симуляция (КтСм), использование компьютерных обучающих программ (КОП), интерактивных атласов (ИА), посещение врачебных конференции, консилиумов (ВК), участие в научно-практических конференциях (НПК), съездах, симпозиумах (Сим), учебно-исследовательская работа студента (УИРС), проведение предметных олимпиад (О), подготовка письменных аналитических работ (АР), подготовка и защита рефератов (Р), проектная технология (ПТ), экскурсии (Э), дистанционные образовательные технологии (ДОТ).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Классификация, условия эксплуатации, основные требования к средствам пировавтоматики</u></p> <p>Условия эксплуатации устройств пировавтоматики, современные требования к ним. Классификация устройств.</p> <p>Механические, климатические, радиационные, электромагнитные воздействия, их основные параметры.</p> <p>Требования по надежности, стойкости, сохраняемости, помехозащищенности и безопасности. Габаритно-весовые параметры.</p> <p>Классификация устройств по назначению (пусковые, транслирующие, программно-временные, логические, преобразователи видов сигналов, исполнительные).</p>	2	
1	<p><u>Энергонасыщенные материалы для снаряжения средств пировавтоматики</u></p> <p>Термины и определения, основные требования и группы энергетических конденсированных систем.</p> <p>Общие требования к энергетическим материалам (ЭМ) для устройств ПА (химическая стойкость, физическая стабильность, чувствительность к внешним воздействиям, сырьевая база и т.д.), специальные требования, требования по назначению.</p> <p>Пиротехнические составы, взрывчатые вещества, пороха, смесевые твердые топлива для устройств ПА.</p> <p>Виды взрывчатого превращения. Основные характеристики и методы их определения. Наиболее важные ЭМ для средств ПА, их основные свойства и характеристики.</p>	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Средства инициирования</u></p> <p>Назначение и классификация пусковых устройств, средств пироматериалов. Электрические средства инициирования (ЭСИ). Схемы ЭСИ. Классификация ЭСИ по виду преобразователя энергии электрического тока и типу мостиковых зарядов. Входные и выходные параметры ЭСИ. Характеристики различных типов ЭСИ. ИВВ и пиросоставы для мостиковых ЭСИ. Тепловой баланс мостикового ЭСИ, импульс воспламенения. Способы защиты ЭСИ мостикового типа от разрядов статического электричества.</p> <p>ЭСИ искрового типа со взрывающимся проволочным мостиком.</p> <p>Капсюли-воспламенители (КВ) и капсули-детонаторы (КД). Классификация КВ, конструкции КВ, материалы для Изготовления КВ. Принципы построения и рецептуры капсульных составов. Оржавляющие и неоржавляющие составы. Основные служебные характеристики КВ.</p> <p>Капсюли-детонаторы. Классификация. Основные характеристики КД и методы их определения.</p> <p>Фрикционные, тепловые, химические и оптические средства инициирования.</p> <p>Назначение, основные конструкции, принципы построения фрикционных (терочных) составов и составов с заданной температурой самовоспламенения. Химические (кислотные) воспламенители. Принципы действия. Конструкции, основные рецептуры и области применения, параметры.</p>	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Конструкции пиротехнических программно-временных устройств (ПВУ) и их элементы</u></p> <p>Назначение временных устройств в средствах пироматериаловедения. Сравнительные характеристики ВУ разных типов. Элементы конструкции ВУ, варианты конструктивных исполнений. Обтюрированные и вентилируемые ВУ. Критерии выбора ВУ и составов для их снаряжения. Точность действия пиротехнических ВУ для различных временных интервалов.</p> <p>Основные принципы построения пиротехнических малогазовых замедлительных составов (МЗС). Пути построения медленно- и быстрогорящих МЗС. Выбор горючих и окислителей.</p> <p>Термостойкие МЗС. Быстрогорящие замедлительные составы. Малошлаковые составы. Воспламенительные составы (ВС) их типы и принцип выбора. Замедлительные составы для промышленных КД замедленного и короткозамедленного действия.</p> <p>Конструкции пиротехнических ВУ.</p> <p>Основные требования к ПВУ. Классификация конструкций ПВУ. Схемы замедлительных элементов для секундного и миллисекундного диапазонов замедлений: Замедлители с втулкой-регулятором. Замедлительные модули. Замедлители с дугowymi клапанами. Шнуровые замедлители. Программно-пиротехнические устройства. Газодинамические замедлители. Замедлители с автоматическим регулированием.</p> <p>Факторы, влияющие на эффективность действия пиротехнических временных устройств.</p> <p>Конструктивные и эксплуатационные факторы. Рецептурно-технологические факторы. Природа ингредиентов, рецептура ЗС, чистота компонентов, дисперсный состав, особенности технологии изготовления составов. Конструктивно-технологические факторы. Конструкция замедлителя, диаметр и материал оболочки, параметры ВС, параметры концевой заряды, технология снаряжения.</p>	3	Ф

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Подрывные (промышленные) детонаторы замедленного и короткозамедленного действия</u></p> <p>Промышленные ВВ. Способы взрывания. Капсюли-детонаторы и электродетонаторы (ЭД). Классификация ЭД. ЭД мгновенного и замедленного действия. Конструкции ЭД замедленного и короткозамедленного действия. Серии замедлений. Замедлительные и зажигательные составы. ЭД предохранительного типа.</p>	2	
2	<p><u>Устройства трансляции огневого и детонационного сигналов.</u></p> <p>Назначение и применение устройств трансляции (УТ). Классификация. Пороховые (бикфордовы) шнуры. Шнуры пиротехнического типа. Дефлагрирующие шнуры. Шнуры на основе гивелитов. Шнуры типа «Пирофьюз».</p> <p>Огнепроводные шнуры в неразрушаемых металлических оболочках, огневоды. Способы воспламенения.</p> <p>Конструкции ДШ. Малобризантные ДШ. Волновые для систем взрывания типов «Нонэль», «Эдилин», «СИНВ». Конструкции, характеристики, технология изготовления. Система «ТРАНЕР». Шнуры типа «Геркудент». Удлиненные кумулятивные заряды (УКЗ).</p>	3	Ф

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Исполнительные устройства систем пироавтоматики. Системы пироавтоматики различного назначения</u></p> <p>Назначение пироэнергодатчиков-пиропатронов (ПП) и основные требования к ним. Конструкции пиропатронов. Выбор пиросоставов для пироэнергодатчиков. Принципы построения рецептур.</p> <p>Пиромеханические устройства и устройства коммутации.</p> <p>Пироклапаны. Классификация. Конструктивные схемы. Пиротехнические микротяговые устройства. Пиротехнические силовые тяговые устройства. Пирореле. Классификация. Схемы. Пиростатические реле. Пиротехнические устройства для систем разделения</p> <p>Классификация систем разделения. Импульсные системы разделения. Разрывные болты и разрывные гайки. Конструктивные схемы. Особенности применения. Детонационные замки, схемы, характеристики, виды снаряжения. Пиротолкатели. Системы разделения на УКЗ. Механизм формирования кумулятивного ножа и его взаимодействия с преградой. Формула Лаврентьева. Системы разделения на удлиненных зарядах и расширяющихся трубках.</p> <p>Безимпульсные системы разделения. Расплавные болты. Пироструйные резаки. Схемы, составы для снаряжения.</p> <p>Пиротехнические источники тепла</p> <p>Пироэлементы для тепловых (разогревных) источников тока. Основные требования к пиротехническим составам, построение рецептур пироагрегаторов. Технология изготовления пироагрегаторов.</p> <p>Пиротехнические источники тока. Принципы работы. Электрические явления при горении пиротехнических зарядов. Принципы построения единичных (гальванических) ячеек. Построение рецептур к пиротехническим зарядам-электродам. Батареи пиротехнических источников тока. Основные электрические и эксплуатационные характеристики, применение в системах пироавтоматики ракетно-космической техники и боеприпасах.</p> <p>Блок-схемы бортовых систем пироавтоматики. Элементная база. Надежность. Системы пироавтоматики, работающие без электропитания. Схемы, основные характеристики. Основные методы определения надежности, сохраняемости и других характеристик.</p>	2	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены.

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<u>Определение оптимальных параметров снаряжения пиротехнических временных элементов методом глухого прессования.</u> Определение критического диаметра горения замедлительных составов различных типов. 1) Композиции на основе металл-оксид металла и цементатор 2) Композиции на основе металл-хромат металла	6	4	Учебная групповая дискуссия
2	<u>Изучение параметров воспламенения и горения малогазовых замедлительных составов во временных устройствах различных типов.</u> Определение точности передачи огневых импульсов (замедление). Разброс по времени горения, допустимые пределы, влияние дисперсности компонентов и качества перемешивания на эти характеристики разброса.	6	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
2	<p><u>Определение влияния начальной температуры на характеристики горения зарядов малогазовых составов.</u></p> <p>Определение влияния отрицательной температуры (-60 градусов) на скорость горения и разброс по времени горения. Определение влияния повышенной температуры (+60 градусов) на скорость горения и разброс по времени горения. Расчет температурного коэффициента определяющего зависимость скорости горения в реальном разбросе температур ± 60 градусов по отношению к нормальным условиям (+20 градусов).</p>	6	2	
2	<p><u>Расчет и экспериментальное определение основных характеристик газогенерирующих составов для пироэнергодатчиков.</u></p> <p>1) Изучение установки для определения специального параметра – силы пиротехнического состава Нахождение расчетной формулы и использование понятия силы F для расчета специальных элементов пироавтоматики. Например: толкатели или выключатели клапанов.</p> <p>Ударные составы для резки строп парашютов как обычных, так и авиационных, а также металлических тросов для так называемых технических резаков.</p>	6	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
2	<p><u>Изучение критических параметров воспламенения и горения замедлительных зарядов при воздействии разряжения.</u></p> <p>1) Определение критических параметров по внешнему давлению из расчета подобия высоты 5, 10, 15 и 20 км. Снаряжение выбранного замедлительного состава в конструкции замедлительного устройства втулки d=5,45 мм. Провести последовательные испытания не менее 3-х измерений на точку при перепаде давлений в барокамере от 760 до 20 мм рт.ст. 2)</p> <p>Обобщить полученные результаты построив кривую зависимости времени горения от внешнего давления. Найти возможные критические параметры: резкое снижение скорости горения, затухание состава или его не воспламенение.</p>	6	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
2	<p><u>Изучение влияния технологических особенностей снаряжения пиротехнических замедлительных элементов на точность их действия и воспроизводимость основных параметров.</u></p> <p>Основными технологическими параметрами, определяющими точность заданных характеристик являются следующие: дисперсность компонентов, качество перемешивания, выбор усредненной партии и подбор цементатора-гранулятора. При заданном окислителе или оксиде металла испытывают горючее различной дисперсности, в качестве горючих опробывают высокодисперсные порошки металлов (необий, титан, цирконий) или соединения (сульфиды, карбиды, бариды) тяжелых металлов.</p>	6	2	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Расчет критического диаметра, обеспечивающего минимальный уровень тепловыделения и температуры устойчивого горения пиротехнических составов.	30	Тестирование
2	Определение оптимальных соотношений между окислителем и горючим замедлительных пиротехнических составов для определения необходимого разброса по времени передачи команд.	30	Тестирование
2	Изменение скорости горения составов, используемых средств пироматериалов в зависимости от толщины и диаметра наружной оболочки.	31	Тестирование

4.5 Примеры вопросов для контрольного тестирования

1. К какой из групп по классификации устройств пировавтоматики относятся капсули-воспламенители накольного действия:
 - a) пусковые устройства;
 - b) транслирующие устройства;
 - c) преобразователи видов сигналов;
 - d) исполнительные устройства.
2. Какие из следующих видов порохов применяются в пиротехнических временных устройствах:
 - a) баллиститные;
 - b) шнуровые;
 - c) трубочные.
3. Трубочные пороха:
 - a) изготавливаются в виде трубок с каналами;
 - b) предназначены для снаряжения дистанционных устройств артиллерийских трубок и взрывателей;
 - c) предназначены для снаряжения трубчатых каналов дистанционных устройств трубок и взрывателей.
4. Азид свинца применяется для снаряжения:
 - a) в капсулях-детонаторах;
 - b) в капсулях-воспламенителях;
 - c) в фрикционных воспламенителях.
5. Бризантность взрывчатых веществ определяется:
 - a) по методу Дотриша;
 - b) по методу Трауцля;
 - c) по методу Гесса.
6. К какой из следующих групп ВВ относится тетрил:
 - a) инициирующие;
 - b) промышленные;
 - c) бризантные.
7. Какое из перечисленных ниже взрывчатых веществ применяется для снаряжения электровоспламенительных устройств мостикового типа:
 - a) гексоген;
 - b) ТЭН;
 - c) ТНРС.

8. Какие из перечисленных ниже параметров ЭСИ относятся к входным:
- а) величина тока и время его прохождения;
 - б) время срабатывания;
 - в) надежность срабатывания.
9. В качестве мостика накаливания в ЭСИ применяется проволока:
- а) с малым удельным электрическим сопротивлением;
 - б) с малой зависимостью электрического сопротивления от температуры;
 - в) с большим удельным электрическим сопротивлением.
10. Величина импульса воспламенения мостикового ЭСИ изменяется в зависимости от величины диаметра мостика накаливания:
- а) пропорционально диаметру мостика во второй степени;
 - б) обратно пропорционально корню квадратному из величины диаметра мостика;
 - в) пропорционально диаметру мостика в четвертой степени.
11. Какому из перечисленных ниже частных требований должен удовлетворять мостиковый состав ЭСИ:
- а) высокая электропроводность;
 - б) низкая электропроводность;
 - в) наличие полупроводниковых свойств.
12. Какие компоненты применяются в пиротехнических замедлительных составах, которые наносятся на мостик накаливания электрических средств инициирования:
- а) свинец роданистый, хлорат калия, хлорат свинца;
 - б) сера, нитрат калия, уголь древесный;
 - в) нитрат калия, магний, СФ-342А.
13. Ток срабатывания электровоспламенителя мостикового типа МБ-2Н составляет:
- а) 0,04 А;
 - б) 0,4 А;
 - в) 4,0 А.
14. Ударный состав капсуля-воспламенителя ударного или накольного действия в качестве горючего содержит:
- а) магний;
 - б) трехсернистую сурьму;
 - в) роданистый свинец.

15. В качестве окислителей в ударных составах капсулей-воспламенителей применяются:
- $KClO_3$ или $Ba(NO_3)_2$;
 - $KClO_4$ или $Sr(KO_3)_2$;
 - KNO_3 или $NaNO_3$
16. При испытаниях на молотковом копре определяют:
- стойкость КВ к ударным нагрузкам при выстреле;
 - стойкость к сотрясению при перевозке;
 - чувствительность к наколу жалом.
17. Основной капсульных зарядов фрикционных капсулей-воспламенителей является смесь:
- хлората калия и трехсернистой сурьмы;
 - стифната свинца и трехсернистой сурьмы;
 - тетразена и молотого стекла.
18. В качестве реагента в химических (кислотных) воспламенителях применяется:
- концентрированная серная кислота;
 - концентрированная уксусная кислота;
 - разбавленная серная кислота.
19. Базой времени пиротехнических временных устройств является:
- массовая скорость горения пиротехнического заряда;
 - объемная скорость горения пиротехнического заряда;
 - линейная скорость горения пиротехнического заряда.
20. Концевой заряд пиротехнических ВУ служит для:
- усиления и передачи огневого импульса к последующим элементам огневой цепи;
 - обтюрации основного замедлительного состава;
 - предотвращения эффекта упреждения.
21. Дымные пороха применяются в:
- обтюрированных замедлителях;
 - вентилируемых замедлителях.
22. Объем газов, образующихся при сгорании 1 грамма дымного пороха при температуре горения составляет примерно:
- 1000см³;
 - 100см³;

- с) 10см³.
23. В качестве окислителей малогазовых замедлительных составов применяются:
- а) хромат бария, перхлорат калия, свинцовый сурик;
 - б) хромат бария, хлорат калия, пероксид бария;
 - с) хромат свинца, нитрат калия, свинцовый сурик.
24. В качестве горючего малогазовых замедлительных составов может применяться:
- а) магний;
 - б) алюминий;
 - с) титан.
25. К группе рецептурно-технологических факторов, влияющих на эффективность пиротехнических временных устройств, относятся:
- а) рецептура воспламенительного состава;
 - б) рецептура концевой заряда;
 - с) чистота компонентов замедлительного состава.
26. Критический диаметр горения замедлительного состава при снижении начальной температуры:
- а) уменьшается;
 - б) увеличивается;
 - с) не изменяется.
27. Метод постоянного объема при прессовании пиротехнических замедлительных элементов применяется при:
- а) малой зависимости скорости горения заряда от степени уплотнения;
 - б) необходимости обеспечить высокую точность работы замедлителя.
28. Для снижения разброса временных параметров за счет погрешностей при прессовании необходимо выбирать замедлительный состав:
- а) с максимальной скоростью горения;
 - б) с минимальной скоростью горения;
 - с) со скоростью горения, в наименьшей степени зависящей от давления прессования заряда.
29. Мерой радиационной стойкости пиротехнических замедлительных составов служит:
- а) поглощенная доза ионизирующего излучения;
 - б) экспозиционная доза ионизирующего излучения;
 - с) предельно допустимая доза поглощенного

ионизирующего излучения.

30. Скорость горения штатных пороховых огнепроводных шнуров составляет:
- a) 1 мм в секунду;
 - b) 10 мм в секунду;
 - c) 100 мм в секунду.
31. Скорость детонации штатных детонирующих шнуров составляет:
- a) 650 метров в секунду;
 - b) 6500 метров в секунду;
 - c) 10500 метров в секунду.
32. Какие из перечисленных веществ применяются в качестве "охладителей" в газогенерирующих устройствах:
- a) оксалат аммония;
 - b) нитрат аммония;
 - c) кальций хлористый.
33. Плотность заряжания в формуле Нобеля-Абея (Шишкова) это:
- a) отношение массы пиросостава m к объему V , в котором он сгорает;
 - b) отношение объема V к массе пиросостава m , которая сгорает в данном объеме;
 - c) плотность пиросостава, сгорающего в данном объеме.
34. В качестве мостикового состава в пиропатронах применяется:
- a) азид свинца;
 - b) ТНРС;
 - c) мостиковый состав на основе роданистого свинца.
35. Пироконтактные составы применяются в:
- a) пиромеханических замыкателях;
 - b) пиростатических замыкателях;
 - c) в пирореле теплового типа.
36. В качестве заряда в разрывных пироболтах применяются:
- a) бризантные ВВ и быстрогорящие составы;
 - b) иницирующие ВВ и газогенерирующие составы;
 - c) баллиститные пороха и бризантные ВВ.
37. Глубина пробивания преграды кумулятивной струей УКЗ с увеличением плотности материала струи:

- a) уменьшается;
 - b) увеличивается;
 - c) не изменяется.
38. Скорость горения пироэлементовразогревных источников тока:
- a) должна быть высокой;
 - b) не должна зависеть от давления;
 - c) не должна изменяться в процессе горения заряда.
39. В качестве горючих для нагревательных элементов разогревных источников тока применяются:
- a) магний;
 - b) алюминий;
 - c) цирконий.
40. Основным окислителем для пироагревательных элементов служит:
- a) хромат бария;
 - b) перхлорат калия;
 - c) нитрат аммония.

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:

<p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none">1. Классификация устройств пироавтоматики. Эффекты горения и детонации, на которых основано действие устройств ПА.2. Факторы, влияющие на эффективность ЗС и ПВУ. Классификация.3. Рецептурно-технологические факторы.
--

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

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. 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.
2. Оборудование химических производств. Атлас конструкций: Учебное пособие для вузов по спец. "Машины и аппараты химических производств" направления подготовки "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" : учеб.пособие для вузов / А. И. Леонтьева [и др.]. - М.: Колос, 2009. - 176 с.
3. Илюшин, М. А. Металлокомплексы в высокоэнергетических композициях: Монография/ М. А. Илюшин, А. М. Судариков, И. В. Целинский; под ред. И. В. Целинского; Ленингр. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. - СПб.: Изд-во ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2010. - 187 с.
4. Шидловский, А.А. Основы пиротехники : учеб.пособие / А. А. Шидловский. – М. : Машиностроение, 1973. – 321 с.
5. Тишунин, И. В. Вспомогательные системы ракетно-космической техники : учеб.пособие / И. В. Тишунин. – М. : Мир, 1970. 359 с.
6. Шидловский, А. А. Пиротехника в народном хозяйстве : учеб.пособие / А. А. Шидловский, А. И. Сидоров, Н. А. Силин. – М. : Машиностроение, 1978. – 236 с.

б) электронные учебные издания⁶:

7. Зобин, В. В. Машины-автоматы химических производств : учебное пособие / В. В. Зобин, Н. А. Незамаев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра машин и аппаратов. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2014. - 50 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.05.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
8. Незамаев, Н. А. Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли : Практикум / Н. А. Незамаев, А. Н. Веригин, В. С. Данильчук ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической энергетики. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. - 103 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <http://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.05.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

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

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

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

⁶ В т.ч. и методические пособия

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 «Пироавтоматика» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

СТП СПБГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;
серьезное отношение к изучению материала;
постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, 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);
Libre Office (LibreOffice Calc)
MathCad
PyroTherm.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

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

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,
- 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 вибративный 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. Помещение оснащено мебелью, учебно-наглядными пособиями, справочной литературой.

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.

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 «Пироавтоматика»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание ⁹	Этап формирования ¹⁰
ПК-6	Способен разрабатывать программы и методики для проведения исследований и испытаний пиротехнических составов и изделий и контроля технологических процессов их получения	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)
ПК-6.1 Способность снаряжать пиротехнические составы в различные узлы изделий пиробоматики, с обеспечением необходимых характеристик по плотности, скорости горения и времени действия изделий.	Правильно выбирает принципы конструирования средств пиробоматики, разработки рецептур составов для их снаряжения, а также факторы, влияющие на функционирование средств пиробоматики (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-23 к экзамену	Перечисляет принципы конструирования средств пиробоматики, разработки рецептур составов для их снаряжения, а также факторы, влияющие на функционирование средств пиробоматики с ошибками.	Перечисляет принципы конструирования средств пиробоматики, разработки рецептур составов для их снаряжения без ошибок, но путается в факторах, влияющих на функционирование средств пиробоматики.	Перечисляет принципы конструирования средств пиробоматики, разработки рецептур составов для их снаряжения, а также факторы, влияющие на функционирование средств пиробоматики. Может применить эти знания для решения инженерных задач.
	Проводит выбор различных материалов для изготовления средств пиробоматики, содержащие замедлительные и воспламенительные составы различного назначения (У-1).	Правильные ответы на вопросы № 24-53 к экзамену	Неуверенно осуществляет выбор различных материалов для изготовления средств пиробоматики, содержащие замедлительные и воспламенительные составы различного назначения.	Может выбрать различные материалы для изготовления средств пиробоматики, содержащие замедлительные и воспламенительные составы различного назначения с помощью наводящих вопросов.	Способен самостоятельно выбрать различные материалы для изготовления средств пиробоматики, содержащие замедлительные и воспламенительные составы различного назначения, легко ориентируется в терминах.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Демонстрирует навыки снаряжения пиротехнических составов в различные узлы изделий пироматоматики, с обеспечением необходимых характеристик по скорости горения и времени действия изделий (Н-1).	Правильные ответы на вопросы № 54-81 к экзамену	Имеет слабые навыки снаряжения пиротехнических составов в различные узлы изделий пироматоматики, с обеспечением необходимых характеристик по скорости горения и времени действия изделий.	Имеет навыки снаряжения пиротехнических составов в различные узлы изделий пироматоматики, с обеспечением необходимых характеристик по скорости горения и времени действия изделий, но допускает 1-2 ошибки	Демонстрирует уверенные навыки снаряжения пиротехнических составов в различные узлы изделий пироматоматики, с обеспечением необходимых характеристик по скорости горения и времени действия изделий

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента
по компетенции ПК-6:

- 1) Классификация устройств пиротехники. Эффекты горения и детонации, на которых основано действие устройств ПА.
- 2) Энергетические материалы для снаряжения устройств ПА (ПС, ВВ, СТРТ, пороха), основные требования к ним.
- 3) Пиротехнические композиции для устройств ПА.
- 4) Пороха. Пороха - механические смеси. Пороха коллоидного типа.
- 5) Взрывчатые вещества. Определение (признаки) ВВ. Горение, взрыв, детонация.
- 6) Классификация ВВ.
- 7) Иницирующие ВВ. Основные характеристики.
- 8) Бризантные ВВ. Взрывчатые и физико-химические характеристики ВВ.
- 9) Методы определения взрывчатых характеристик ВВ.
- 10) Методы определения физико-химических характеристик ВВ.
- 11) Пусковые устройства. Классификация.
- 12) Электрические средства иницирования. Схема ЭСИ, типы преобразователей электрической энергии.
- 13) Входные и выходные параметры ЭСИ.
- 14) ЭСИ мостикового типа. Материалы мостиков. Тепловой баланс. Импульс воспламенения.
- 15) Методы защиты ЭВ от токов наводки и статического электричества.
- 16) Иницирующие ВВ и пиросоставы для снаряжения ЭВ.
- 17) Электродетонаторы. Схема. Типы, вещества для снаряжения.
- 18) Капсюли-воспламенители ударного действия. Конструкция. Ударные составы.
- 19) Основные характеристики КВ. Методы определения чувствительности к наколу жалом, стойкости к сотрясению при выстреле и при перевозке. Климатические испытания.
- 20) Терочные воспламенители. Конструкция, составы.
- 21) Тепловые воспламенители.
- 22) Химические воспламенители.
- 23) Оптические средства иницирования.
- 24) Капсюли-детонаторы. Классификация КД. Основные требования к КД.
- 25) Конструкции артиллерийских КД. Составы КД.
- 26) КД для взрывных работ.
- 27) Испытания КД.
- 28) Пиротехнические временные устройства. Назначение. Преимущества и недостатки ПВУ по сравнению с временными устройствами других типов.
- 29) Основные элементы ПВУ. Конструкции ПВУ.
- 30) Вентилируемые и обтюрированные ОБ. Особенности конструкции и действия. Точность действия ВУ.
- 31) Основные требования к замедлительным составам.
- 32) Основные характеристики замедлительных составов.
- 33) Пороха для временных устройств. Марки. Достоинства и недостатки. Основные характеристики.

- 34) Малогазовые замедлительные составы. Построение рецептур МТС, основные окислители и горючие.
 - 35) Технология производству МТС.
 - 36) Термостойкие МГС. Основы построения. Компоненты.
 - 37) Воспламенительные составы для ПВУ. Основные требования. Построение рецептур.
 - 38) Быстрогоорящие замедлительные составы.
 - 39) Замедлительные составы для промышленных КД. Основные требования. Горючие и окислители.
 - 40) Замедлительные составы на основе Si и РЬ3О4. Особенности горения.
 - 41) ЗС на основе W и В.
 - 42) Факторы, влияющие на эффективность ЗС и ПВУ. Классификация.
 - 43) Рецептурно-технологические факторы.
 - 44) Конструктивно- технологические факторы.
 - 45) Эффекты «опережения» при работе ПВУ.
 - 46) Влияние плотности запрессовок на скорость горения и разброс скоростей горения МГС.
 - 47) Методы прессования пиротехнических ВУ.
 - 48) Влияние начальной температуры на характеристик ЗС.
 - 49) Влияние внешнего давления на горение МГС.
 - 50) Радиационная стойкость ПВУ и МГС.
 - 51) Влияние условий хранения на характеристики ЗС.
 - 52) Основные требования к ПВУ. Типы ПВУ.
 - 53) Конструкции замедлителей для секундного и миллисекундного диапазона.
 - 54) Промышленные капсулы-детонаторы. Схема. Назначение элементов.
 - 55) Электродетонаторы замедленного и короткозамедленного действия. Серии замедлителей.
- Зажигательные и замедлительные составы.
- 56) Огнепроводы. Классификация огнепроводов по принципу передачи импульса.
 - 57) Пороховые (бикфордовые) шнуры. Устройство. Виды, основные параметры.
- Достоинства и недостатки.
- 58) Пиротехнические огнепроводные шнуры. Дефлагрирующие шнуры. Шнуры типа «Пирофьюз».
 - 59) Огнепроводные шнуры в металлических неразрушаемых оболочках. Требования к материалу оболочки и к пиросоставам. Технология изготовления.
 - 60) Огневоды. Схема огневода. Составы для снаряжения.
 - 61) Детонирующие шнуры. Назначение, Устройство, Основные характеристики ДШ-А и ДШ-В.
 - 62) Малобризантные детонирующие шнуры. Конструкции. Шнуры («волноводы») для систем взрывания типа «Нонэль», «ЭДИЛИН», «СИНВ».
 - 63) Газогенерирующие твердотопливные системы. Классификация. Области применения ПАД и «пороховых» газогенераторов. Преимущества пиротехнических газогенераторов перед газобаллонными системами.
 - 64) Классификация твердотопливных газогенераторов по химической природе их компонентов.
 - 65) Классификация газогенераторов по применению в системах пироавтоматики. Основные требования к газам - рабочим телам пиротехнических систем, газам для надува и «целевым» газам.

- 66) Пиротехнические газогенераторы для наддува эластомерных емкостей. Основные требования. Способы получения низкотемпературного газа. «Охладители».
- 67) Пиросоставы для пироэнергодатчиков. Формула Нобеля-Абеля. «Сила» и коволном. Пределы применимости формулы.
- 68) Пиропатроны. Основные требования к пиропатронам. Конструктивная схема. Составы для снаряжения. Основные характеристики.
- 69) Пироклапаны. Классификация по типу запорного элемента. Конструктивные схемы.
- 70) Пиротехнические микротяговые устройства.
- 71) Пирозамыкатели. Классификация по принципу действия. Пироконтактные (пиростатические) реле. Пиросоставы для их снаряжения.
- 72) Системы разделения космических аппаратов. Назначение. Основные требования. Классификация.
- 73) Импульсные системы разделения. Пироболты, пирогайки. Конструктивные схемы.
- 74) УКЗ. Конструктивная схема. Фазы формирования кумулятивного «ножа». Взаимодействие «ножа» с преградой. Формула Лаврентьева.
- 75) Безимпульсные системы разделения. Расплавные болты (термоболты).
- 76) Пироструйные резаки. Составы для снаряжения.
- 77) Пироэлементы для разогревных (тепловых) источников тока. Основные требования к пиросоставам.
- 78) Принципы действия пиротехнических источников тока.
- 79) Компоненты пиронагревателей. Основные требования к ним. Построение рецептов пиронагревателей.
- 80) Технология изготовления пиронагревателей водоотливным методом.
- 81) Системы пироавтоматики, работающие без внешних источников тока. Элементная база, конструктивные схемы.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

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

