

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  
« 28 » июня 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Химическая физика горения и взрыва**  
(Начало подготовки 2021 год)  
Направление подготовки  
**18.00.00 Химические технологии**  
Специальность  
**18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**  
Специализация  
Все специализации  
**Инженер**  
Форма обучения  
**Очная**

Факультет **инженерно-технологический**  
Кафедра **химии и технологии высокомолекулярных соединений**

Санкт-Петербург  
2021

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	3
3. Объем дисциплины.....	4
4. Содержание дисциплины.....	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	5
4.2. Занятия лекционного типа .....	6
4.3. Занятия семинарского типа .....	9
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	9
4.3.2. Лабораторные занятия .....	9
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	9
4.4.1. Темы рефератов .....	10
4.4.2. Темы творческих заданий.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	14
10.1. Информационные технологии.....	14
10.2. Программное обеспечение.....	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	14
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	14
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Химическая физика горения и взрыва» .....	15

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими планируемыми результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-3</b> Способен проводить научные исследования в области производства и переработки энергонасыщенных материалов	<b>ПК-3.6</b> Проведение исследований с целью создания ЭНМ с улучшенными характеристиками	<b>Знать:</b> особенности горения и детонации различных ЭНМ (ЗН-1); <b>Уметь:</b> прогнозировать свойства новых ЭНМ (У-1). <b>Владеть:</b> методиками стандартных испытаний ЭНМ (Н-1).
<b>ПК-3</b> Способен проводить научные исследования в области производства и переработки энергонасыщенных материалов	<b>ПК-3.7</b> Проведение стандартных испытаний энергонасыщенных материалов, корректной обработки полученных результатов	<b>Знать:</b> теоретические основы горения и взрыва ЭНМ (ЗН-1); <b>Уметь:</b> определять основные стандартные характеристики ЭНМ (У-1). <b>Владеть:</b> методиками обработки результатов испытаний ЭНМ (Н-1).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химическая физика горения и взрыва» входит в блок дисциплин специальности. Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с разделами Федерального Государственного Образовательного Стандарта специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» для специализации № 2 «Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив». В учебном плане дисциплина имеет индекс Б1.В.09. Учебная дисциплина «Химическая физика горения и взрыва» изучается на четвертом курсе в 7 семестре.

Изучение дисциплины «Химическая физика горения и взрыва» основано на знании студентами материалов дисциплин:

«Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Математика», «Физика», «Органическая химия», «Механика», «Физическая химия», «Физико-химические методы анализа».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Химическая физика горения и взрыва» знания, умения и навыки могут быть использованы для освоения дисциплин специальности и в научно-исследовательской работе специалиста, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3/108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>58</b>
занятия лекционного типа	<b>18</b>
занятия семинарского типа, в т.ч.	
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	—
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36 (10)
курсовое проектирование (КР или КП)	—
КСР	4
другие виды контактной работы	—
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>50</b>
<b>Формы текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	—
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (зачет, КР, КП, экзамен)	зачет

#### 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	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Введение	2				ПК-3	ПК-3.6 ПК-3.7
2	Термохимия и термодинамика взрывчатых систем	3			10	ПК-3	ПК-3.6 ПК-3.7
3	Термораспад взрывчатых систем	3		6	10	ПК-3	ПК-3.6 ПК-3.7
4	Горение и детонация взрывчатых систем	4		6	10	ПК-3	ПК-3.6 ПК-3.7
5	Чувствительность взрывчатых систем к внешним воздействиям	3		6	10	ПК-3	ПК-3.6 ПК-3.7
6	Действие взрыва на окружающую среду	3		18	10	ПК-3	ПК-3.6 ПК-3.7
	<b>ИТОГО</b>	<b>18</b>	<b>—</b>	<b>36</b>	<b>50</b>		

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Введение. Структура учебной дисциплины. Цели и задачи учебной дисциплины. Краткие исторические сведения о выдающихся ученых, работавших в области синтеза взрывчатых веществ и использованию их при производстве порохов и топлив. Отдельные представители взрывчатых веществ, использование взрывчатых композиций как в военной области, так и в различных отраслях народного хозяйства.</p>	3	—
2	<p>Энергетические свойства взрывчатых систем. Кислородный баланс, коэффициент окисления, кислородный коэффициент, коэффициент избытка окислителя.</p> <p>Термохимическая и термодинамическая система знаков. Соотношение изохорных и изобарных тепловых эффектов. Теплота образования и стандартная энтальпия. Теплота сгорания и взрывчатого превращения.</p> <p>Экспериментальное определение теплот сгорания. Расчетные методы. Метод Юнга, метод Караша.</p> <p>Расчет теплот образования по энергиям связи. Экспериментальное определение теплот взрывчатого превращения. Уравнение разложения взрывчатых систем. Методы приближенного написания уравнений. Принцип Берглю. Гипотеза Малляра и Ле-Шателье. Метод Бринкли-Вильсона.</p> <p>Расчет теплот взрывчатого превращения и равновесного состава продуктов взрывчатого превращения с помощью констант равновесия. Температура взрывчатого превращения и ее оценки экспериментальными методами.</p>	3	—
3	<p>Термораспад взрывчатых систем.</p> <p>Основные особенности медленного термического распада. Возможность ускорения при распаде. Тепловое, автокаталитическое и цепное ускорение. Описание кинетики первичной стадии термораспада взрывчатых систем уравнением первого порядка.</p> <p>Методы количественного изучения кинетики термического распада взрывчатых систем. Термическое разложение нитроэфиров, перхлората аммония, нитрата аммония и других наполнителей.</p>	3	—

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<p>Горение взрывчатых систем. Теория нормального горения газов и летучих ВВ. Горение гомогенных конденсированных систем. Многостадийность процесса. Температурные профили горения. Ведущая стадия горения. Горение гетерогенных конденсированных систем. Плоскостная модель Саммерфилда.</p> <p>Основные закономерности процесса горения: роль кинетических и диффузионных факторов при горении. Влияние на скорость горения различных факторов - дисперсности ингредиентов, соотношения компонентов, давления, начальной температуры. Роль модификаторов в процессе горения. Работы К.К. Андреева, А.Ф. Беляева, П.Ф. Пхила, Г.Б. Манелиса и др. Предельные условия горения взрывчатых систем. Критический диаметр горения и зависимость его величины от различных факторов.</p> <p>Детонация газов и конденсированных систем. Детонация газовых смесей. Ударные волны, их отличие от звуковых волн. Детонационная волна. Зона интенсивных химических реакций. Работы Чепмена, Жуге, Я.Б. Зельдовича. Детонация конденсированных взрывчатых систем. Приближенный расчет параметров детонационной волны.</p> <p>Экспериментальные методы определения скорости детонации конденсированных систем. Предельный и критический диаметры детонации. Метод определения критического диаметра детонации. Нестационарные режимы при переходе от нормального горения к детонации. Метод определения склонности порохов и ТРТ к переходу горения в детонацию.</p>	3	ЛВ
5	<p>Чувствительность взрывчатых систем к внешним воздействиям. Практическое значение чувствительности взрывчатых систем к различным видам внешних воздействий. Различные начальные импульсы и отсутствие эквивалентности между ними. Чувствительность взрывчатых систем к нагреванию. Теория теплового взрыва Н.Н. Семенова и Д.А. Франк-Каменецкого. Параметры теплового взрыва и</p>	3	—

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>зависимость их от различных факторов. Температура вспышки, ее практическое определение. Чувствительность взрывчатых систем к механическим воздействиям. Механизм возбуждения взрыва при ударе и трении.</p> <p>Тепловая и трибохимическая гипотезы. Методы количественной оценки чувствительности взрывчатых систем к удару и трению, копровые пробы, ГОСТы. Работы Н. Боудена, А. Иоффе, Н.А. Холево. Чувствительность бризантных ВВ к взрыву инициирующих ВВ. Минимальный заряд ИВВ.</p>		
6	<p>Действие взрыва на окружающую среду. Основные факторы разрушающего действия взрыва. Фугасное действие взрыва. Бризантность. Методы определения работоспособности и бризантности</p>	3	ЛВ
	<b>ИТОГО</b>	<b>18</b>	



### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

Семинары, практические занятия учебным планом не предусмотрены

#### 4.3.2. Лабораторные занятия

Содержание лабораторных занятий:

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В том числе на практическую подготовку*
4	Определение скорости горения ЭКС. Определение показателя $v$ в законе скорости горения	6	3
5	Определение температуры вспышки при 5 секундной задержки и эффективной энергии активации процесса вспышки	6	3
5	Определение чувствительности ВВ к механическим воздействиям: удару и трению	6	4
6	Действие взрыва (полигонные испытания)	18	
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Гранулированные, порошкообразные, водосодержащие промышленные взрывчатые композиции	5	Устный опрос
2	Работоспособность взрывчатых систем. Тротильный эквивалент. Работа взрыва	10	Устный опрос
3	Процессы старения гомогенных и гетерогенных систем, меры по увеличению сроков хранения Физическая и химическая стабильности порохов и топлив	5	Устный опрос
4	Возбуждение детонации. Особенности детонации гетерогенных систем	10	Устный опрос
5	Чувствительность систем к разрядам статического электричества	8	Устный опрос
6	Безопасные расстояния по действию воздушной ударной волны. Методы определения работоспособности взрывчатых систем	12	Устный опрос
	<b>ИТОГО</b>	<b>50</b>	

#### **4.4.1. Темы рефератов**

*Учебным планом не предусмотрены.*

#### **4.4.2. Темы творческих заданий**

*Учебным планом не предусмотрены.*

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

1. Ищенко, М. А. Химическая физика энергонасыщенных материалов : в 2-х ч. : учебное пособие / М. А. Ищенко, Н. В. Матыжонок ; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии высокомолекуляр. соединений. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2014. Ч. 1. - 2014. - 105 с. : ил.
2. Ищенко, М. А. Химическая физика энергонасыщенных материалов : в 2-х ч. : учебное пособие / М. А. Ищенко, Н. В. Матыжонок ; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии высокомолекуляр. соединений. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2014. Ч. 2. - 2014. - 124 с. : ил.
3. Лоскутова, Л. А. Химическая физика взрывчатых систем : Конспект лекций / Л. А. Лоскутова, А. П. Егоров ; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии орган. соединений азота. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2001. - 106 с. : ил.
4. Власов, Д. А. Газы и топливовоздушные смеси. Горение и взрыв : Учебное пособие / Д. А. Власов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. энергетики. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2007. - 34 с. : ил.

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**

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 зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля и выполнившие лабораторные работы по дисциплине.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями).

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

1. Влияние различных факторов на горение порохов и СРТТ, горение металлов.
2. Ударные волны, отличие от звуковых волн. Детонационная волна.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

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

### а) печатные издания:

1. Ищенко, М.А. Химическая физика энергонасыщенных материалов : в 2-х ч. : учебное пособие / М. А. Ищенко, Н. В. Матыжонок ; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии высокомолекуляр. соединений. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2014. Ч. 1. - 2014. - 105 с. : ил.
2. Ищенко, М.А. Химическая физика энергонасыщенных материалов : в 2-х ч. : учебное пособие / М. А. Ищенко, Н. В. Матыжонок ; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии высокомолекуляр. соединений. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2014. Ч. 2. - 2014. - 124 с. : ил.
3. Орленко, Л. П. Физика взрыва и удара : учебн. пособие / Л. П. Орленко. – Москва : Физ.мат.лит., 2006. – 304 с.
4. Семёнов, Н. Н. Избранные труды в 4 т., т.1, кн.1 Цепные реакции / Н. Н. Семёнов. – Москва : Наука, 2004. – 392 с.
5. Лоскутова, Л. А. Химическая физика взрывчатых систем: консп. лекций / Л. А. Лоскутова, А. П. Егоров. – Санкт-Петербург : СПбГТИ (ТУ), 2001. – 106 с.
1. Генералов, М. Б. Основные процессы и аппараты технологии промышленных взрывчатых веществ / М. Б. Генералов. – Москва : ИКЦ «Академкнига», 2004. – 397 с.
2. Семёнов, Н. Н. Избранные труды в 4 т., т.1, кн.1 Цепные реакции / Н. Н. Семёнов. – Москва : Наука, 2004. – 392 с.
3. Физика взрыва : в 2 т. / С. Г. Андреев, А. В. Бабкин, Ф. А. Баум; под ред. Л. П. Орленко, т.1. – Москва : Физ.мат.лит., 2002. – 2 т.
4. Косточко, А. В. Пороха, ракетные твердые топлива и их свойства. Воспламенение и горение порохов и ракетных твердых топлив: учебное пособие / А. В. Косточко, Б. М. Казбан; Федер. агентство по образованию, Казан. гос. технол. ун-т. – Казань : КГТУ, 2010. – 208 с.
5. Денисюк, А. П. Определение баллистических характеристик и параметров горения порохов и ТРТ : лабораторный практикум / А. В. Денисюк, Ю. Г. Шепелев. – Москва : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. – 136 с.
6. Теория горения и взрыва / В. П. Челышев [и др.]. - Москва : Мин.обороны СССР, 1970. – 356 с.
7. Лотменцев, Ю. М. Структурно-механические свойства полимерных материалов / Ю. М. Лотменцев, Н. Н. Ильичева, Н. Н. Кондакова. – Москва : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2009. – 104 с.
8. Буллер, М. Ф. промышленные взрывчатые вещества : учебное пособие / М. Ф. Буллер. – Сумы : СумГУ, 2009. – 226 с.
9. Введение в технологию энергонасыщенных материалов : учебное пособие / Д. И. Дементьева [и др.]. Бийск : Изд-во Алт.гос.тех.ун-та, 2009. – 254 с.
10. Андреев, К. К. Теория взрывчатых веществ / К. К. Андреев, А. Ф. Беляев. - Москва : Оборониздат, 1960. – 273 с.
11. Горст, А. Г. Пороха и взрывчатые вещества / А. Г. Горст. - Москва : Оборониздат, 1972. – 224с.
12. Авакян, Г. А. Методы расчета характеристик взрывчатых веществ / Г. А. Авакян. - Москва : ЦНИИТИ, 1980. – 106 с.
13. Андреев, К. К. Термическое разложение и горение ВВ / К. К. Андреев. - Москва : Машиностроение, 1966. – 235 с.
14. Дубнов, Л. В. Промышленные взрывчатые вещества / Л. В. Дубнов, Н. С. Бахаревиц, А. И. Романов. - Москва : Недра, 1988. – 358 с.
15. Орлова, Е. Ю. Химия и технология бризантных ВВ / Е.Ю. Орлова. - Ленинград : Химия, 1973. – 296 с.
16. Багал, Л. И. Химия и технология инициирующих веществ / Л. И. Багал.

- Москва : Машиностроение, 1975. – 456 с.

17. Бахман, Н. Н. Горение гетерогенных конденсированных систем / Н. Н. Бахман, А. Ф. Беляев. - Москва : Наука, 1967. – 316 с.

18. Переход горения конденсированных систем во взрыв / А. Ф. Беляев [и др.]. - Москва : Наука, 1973. – 247 с.

19. Энергетические конденсированные системы. Краткий энциклопедический словарь / под ред. академика Б. П. Жукова. - Москва : Янус-К. 1999.- 595 с.

20. Мадякин, Ф. П. Компоненты гетерогенных горючих систем / Ф. П. Мадякин, Н. А. Силин. – Москва : ЦНИИНТИ, 1984, -299 с.

#### **а) электронные издания:**

1. Ищенко, М.А. Химическая физика энергонасыщенных материалов : в 2-х ч. : учебное пособие / М. А. Ищенко, Н. В. Матыжонок ; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии высокомолекуляр. соединений. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2014. Ч. 1. - 2014.

- 105 с. : ил.

2. Ищенко, М.А. Химическая физика энергонасыщенных материалов : в 2-х ч. : учебное пособие / М. А. Ищенко, Н. В. Матыжонок ; СПбГТИ(ТУ). Каф. химии и технологии высокомолекуляр. соединений. - Санкт-Петербург : [б. и.], 2014. Ч. 2. - 2014.

- 124 с. : ил.

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

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы – доступ с использованием ресурсов сети «Интернет» не предусматривается;

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>;

ФГБУ «Библиотеки РАН» ([www.rasl.ru](http://www.rasl.ru))

ФГБУ «Российской национальной библиотеки» ([www.nlr.ru](http://www.nlr.ru))

ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности» ([www1.fips.ru](http://www1.fips.ru))

ФБГУН «ВИНИТИ РАН» ([www2.viniti.ru](http://www2.viniti.ru))

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

Все виды занятий по дисциплине «Химическая физика горения и взрыва» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

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

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея 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, мессенджеров или электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение**

Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint);  
ACD/Labs (Freeware).

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»;

Поисковая система «Яндекс» ([www.yandex.ru](http://www.yandex.ru))

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы**

Дисциплина «Химическая физика горения и взрыва» обеспечена необходимой учебной, учебно-методической и справочной литературой, предоставляемой кафедрой ХТ ВМС. При чтении лекций по дисциплине используются презентации, слайды, рисунки и схемы, представляемые с помощью мультимедийного проектора.

Лекционная аудитория оснащена мультимедийной системой с комплектом презентаций.

Лабораторный практикум проводится в специально оборудованной лаборатории.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный 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 г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации  
по дисциплине «Химическая физика горения и взрыва»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-3	Способен проводить научные исследования в области производства и переработки энергонасыщенных материалов	промежуточный

## 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)	
			незачёт (пороговый)	зачёт
ПК-3.6. Проведение исследований с целью создания ЭНМ с улучшенными характеристиками	<b>Правильно излагает</b> особенности горения и детонации различных ЭНМ (ЗН-1);	Правильные ответы на вопросы № 1-28 к зачёту	Излагает особенности горения и детонации различных ЭНМ с ошибками	Излагает особенности горения и детонации различных ЭНМ без ошибок
	<b>Проводит</b> прогнозирование свойств новых ЭНМ (У-1).	Правильные ответы на вопросы № 29-37 к зачёту	С ошибками в обосновании формулирует прогнозирование свойств новых ЭНМ	Способен самостоятельно прогнозировать свойства новых ЭНМ
	<b>Демонстрирует</b> навыки владения методиками стандартных испытаний ЭНМ (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 38-70 к зачёту	Плохо ориентируется в вопросах практического владения методиками стандартных испытаний ЭНМ	Демонстрирует хорошие навыки практического владения методиками стандартных испытаний ЭНМ
ПК-3.7. Проведение стандартных испытаний энергонасыщенных материалов, корректная обработка полученных результатов	<b>Правильно излагает</b> теоретические основы горения и взрыва ЭНМ (ЗН-1);	Правильные ответы на вопросы № 1-28 к зачёту	Излагает теоретические основы горения и взрыва ЭНМ с ошибками	Излагает теоретические основы горения и взрыва ЭНМ без ошибок
	<b>Проводит</b> исследования по определению основных стандартных характеристик ЭНМ (У-1).	Правильные ответы на вопросы № 29-37 к зачёту	С ошибками формулирует определение основных стандартных характеристик ЭНМ	Способен самостоятельно формулировать определение основных стандартных характеристик ЭНМ
	<b>Демонстрирует</b> навыки работы с методиками обработки результатов испытаний ЭНМ (Н-1).	Правильные ответы на вопросы № 38-70 к зачёту	Плохо ориентируется в вопросах практических испытаний ЭНМ	Демонстрирует хорошие навыки практических испытаний ЭНМ



### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

- 1) Равновесные реакции в продуктах превращения ВС.
- 2) Классификация ВВ по применению, составу. Отличительные свойства ИВВ от БВВ.
- 3) Схема расчета условной формулы 1 кг взрывчатой системы.
- 4) Методы расчёта теплот образования веществ.
- 5) Расчёт теплот взрывчатого превращения.
- 6) Схема расчета распада продуктов взрывчатого превращения с учетом константы реакции водяного газа.
- 7) Кислородный баланс, кислородный коэффициент, коэффициент окисления, коэффициент избытка окислителя.
- 8) Методы приближенного написания уравнений взрывчатого разложения по методам Бертло, Малляра-Ле-Шателье, Бринкли-Вильсона.
- 9) Теплота сгорания вещества. Методы расчета и экспериментального определения.
- 10) Вычислить теплоту образования пикриновой кислоты, если  $Q_{p\text{ сг.}} = 2575,6$  кДж/моль.
- 11) Вычислить по методу Караша теплоту сгорания тринитрорезорцина.
- 12) Рассчитать теплоту образования  $Q_{v\text{ обр.}}$  гексогена, если его  $Q_{p\text{ обр}}$  равна 65,3 кДж/моль.
- 13) Вычислить теплоту взрывчатого превращения НГЦ.  $Q_{p\text{ обр}} = 346$  кДж/моль.
- 14) Рассчитать теплоту взрывчатого превращения тротила.  $Q_{v\text{ обр трит}} = 41.8$  кДж/моль.
- 15) Рассчитать  $Q_{v\text{ обр}}$  динитротолуола, используя метод Караша,  $q_{\text{пл.днт}} = 27.1$  кДж/моль.
- 16) Рассчитать теплоту взрывчатого превращения гексогена ( $Q_{v\text{ обр}} = -71.3$  кДж/моль). Уравнение взрывчатого превращения написать по методу Бринкли-Вильсона.
- 17) Написать приближенное уравнение разложения ДИНЫ по методу Малляра-Ле-Шателье и по методу Бринкли-Вильсона.
- 18) Рассчитать теплоту взрывчатого превращения ТЭНа ( $Q_{v\text{ обр}} = 502$  кДж/моль). Уравнение взрывчатого превращения написать по методу Бринкли-Вильсона.
- 19) Рассчитать теплоту сгорания пикриновой кислоты по методу Юнга.
- 20) Расчет состава продуктов взрывчатого превращения. Упрощенные методы написания реакций взрывчатого превращения.
- 21) Формы превращений взрывчатых систем, отличительные особенности.
- 22) Факторы, необходимые для протекания реакции в виде взрывчатого превращения.
- 23) Термическое разложение основных компонентов нитроцеллюлозных порохов.
- 24) Термическое разложение основных окислителей гетерогенных композиций.
- 25) Методы изучения термораспада взрывчатых систем.
- 26) Методы количественного изучения кинетики термического разложения.
- 27) Процесс горения легколетучих и нелетучих ВВ.
- 28) Теория нормального горения газов. Анализ формулы для массовой скорости горения газов.
- 29) Основные закономерности процесса горения гетерогенных конденсированных систем.
- 30) Экспериментальные методы определения скорости горения.
- 31) Влияние различных факторов на скорость горения гомогенных и гетерогенных систем.
- 32) Предельные условия горения взрывчатых систем. Критический диаметр горения.
- 33) Современные теории горения наполненных композиций.

- 34) Ударные волны, отличие от звуковых волн. Детонационная волна.
- 35) Переход процесса горения в детонацию. Метод определения склонности ракетного топлива к переходу в детонацию.
- 36) Детонационная волна. Зона химической реакции. Переход от начального состояния ВС к продуктам детонации.
- 37) Детонационная способность ТРТ. Методы их оценки.
- 38) Критический диаметр детонации ВС, метод его определения, зависимость от природы и свойств компонентов.
- 39) Современная теория детонации газовых и конденсированных систем.
- 40) Экспериментальные методы определения скорости детонации.
- 41) Горение легколетучих и труднолетучих ВВ.
- 42) Влияние различных факторов на скорость горения порохов и топлив.
- 43) Чувствительность ВС к удару, трению, лучу огня. Уровень чувствительности и методы определения.
- 44) Температура вспышки, методика определения.
- 45) Методы определения чувствительности взрывчатых систем к удару и трению.
- 46) Тепловая и термохимическая гипотезы возбуждения взрыва.
- 47) Гранулированные, порошкообразные, водосодержащие промышленные взрывчатые композиции.
- 48) Работоспособность взрывчатых систем. Тротильный эквивалент. Работа взрыва.
- 49) Чувствительность систем к разрядам статического электричества.
- 50) Токсичность продуктов взрывчатого превращения.
- 51) Безопасные расстояния по действию воздушной ударной волны.
- 52) Возбуждение детонации. Особенности детонации гетерогенных систем.
- 53) Физическая и химическая стабильности порохов и топлив.
- 54) Методы определения работоспособности взрывчатых систем.
- 55) Процессы старения гомогенных и гетерогенных систем, меры по увеличению сроков хранения.
- 56) Требования, предъявляемые к порохам
- 57) Требования, предъявляемые к СРТТ
- 58) Требования, предъявляемые иницирующим ВВ
- 59) Требования, предъявляемые к бризантным ВВ
- 60) Отдельные представители ИВВ
- 61) Отдельные представители БВВ
- 62) Получение и свойства штатных ИВВ
- 63) Получение и свойства БВВ, применяемых в порохам и СРТТ
- 64) Основные характеристики ИВВ
- 65) Основные характеристики БВВ
- 66) Методы расчета тепловых эффектов энергоемких веществ
- 67) Экспериментальные методы определения тепловых эффектов превращений энергоемких веществ
- 68) Термическое разложение взрывчатых систем, кинетика термораспада
- 69) Современная теория детонации взрывчатых систем
- 70) Методы определения скорости детонации

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 30 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

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