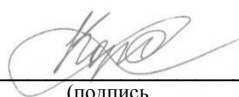


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы



(подпись,

Купцова О. В.
расшифровка подписи)

« 24 » апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины (модуля)

Б1.О.24 «ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

профиль: Промышленная безопасность

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями и инвалидов

Южно-Сахалинск, 2025

Рабочая программа дисциплины «**Теория горения и взрыва**» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

О.В. Купцова, доцент, кандидат технических наук

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание


подпись

Рабочая программа дисциплины «**Теория горения и взрыва**» утверждена на заседании кафедры безопасности жизнедеятельности
протокол № 8 от « 24 » апреля 2025 г.

Заведующий кафедрой _____ Абрамова С.В. _____

фамилия, инициалы


подпись

© ФГБОУ ВО «СахГУ»

1. Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины (модуля) – сформировать знания об идентификации и количественной оценке опасных и вредных факторов процессов горения и взрыва; о мерах воздействия на процессы горения и взрыва с целью минимизации негативных последствий для человека и окружающей среды.

Задачи дисциплины (модуля):

- изучение основных понятий, терминов и определений в рассматриваемой области знаний;
- формирование систематизированных физико-химических знаний о процессах горения и взрыва различных веществ, материалов и сред, которые будут являться отправной точкой в понимании критериев пожаро- и взрывоопасности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.24 «Теория горения и взрыва», дисциплина (модуль) относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана, а также дисциплина (модуль) относится к обязательным дисциплинам (модулям) блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Пререквизиты: Химия, Физика, Высшая математика.

Постреквизиты: Безопасность жизнедеятельности, Системный анализ и моделирование в области промышленной безопасности, Пожарная безопасность; Производственная безопасность; Основы промышленной безопасности на производстве, выпускная квалификационная работа.

3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. знать: – методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа; – методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа. УК-1.2. уметь: – получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов; собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе экспериментальных действий; – находить, критически анализировать и выбирать информацию, необходимую для выработки стратегии действий по разрешению проблемной ситуации; – рассматривать различные варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода, оценивать их преимущества и риски; – грамотно, логично, аргументировано формулировать собственные суждения и оценки;

		предлагать стратегию действий; – определять и оценивать практические последствия реализации действий по разрешению проблемной ситуации; – применять методики поиска, сбора и обработки информации; – осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; – предвидеть проблемную ситуацию и моделировать умения и навыки выхода из нее; – применять системный подход для решения поставленных задач. – формулировать собственную гражданскую и мировоззренческую позицию с опорой на системный анализ философских взглядов и исторических закономерностей, процессов, явлений и событий. УК-1.3. владеть: – исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; – методами осуществления критического анализ и синтеза информации, полученной из разных источников; – применением методов сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и синтеза информации с использованием компьютерных технологий для решения поставленных задач; – методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач; – способностью выхода из проблемной ситуации в профессиональной деятельности.
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1. знать: научно обоснованные способы поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов; виды опасных ситуаций (и идентифицировать угрозы (опасности) природного, техногенного и социального происхождения для жизнедеятельности человека); способы преодоления опасных ситуаций; приемы первой медицинской помощи; основы медицинских знаний. УК-8.2. уметь: создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности; различить факторы, влекущие возникновение опасных ситуаций; предотвратить возникновение опасных ситуаций, в том числе на основе приемов по оказанию первой медицинской помощи и базовых медицинских знаний; выбирать правила поведения при возникновении чрезвычайной ситуации природного или техногенного и социального происхождения. УК-8.3. владеть: навыками по предотвращению возникновения опасных ситуаций; приемами первой

		медицинской помощи; базовыми медицинскими знаниями; способами поддержания гражданской обороны и условий по минимизации последствий от чрезвычайных ситуаций; навыками поведения в случае возникновения военных конфликтов; определения модели поведения при возникновении угрозы чрезвычайной ситуации, террористического акта или военного конфликта
ОПК-1	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК-1.1. знать: основные теоретические положения общенаучных и естественнонаучных дисциплин, принципиальных особенностей моделирования математических, физических и химических процессов, тенденции развития техники и информационных технологий при решении типовых задач в области техносферной безопасности; базовые естественнонаучные и инженерные принципы в области техносферной безопасности; современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, современные тенденции вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности ОПК-1.2. уметь: использовать и применять вычислительную технику и информационные технологии в области обеспечения техносферной безопасности; определять параметры опасных и вредных воздействий технологических и производственных процессов; выявлять базовые законы и закономерности развития науки в области техносферной безопасности; решать типовые задачи по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной и окружающей) согласно современным тенденциям развития техники и технологий в области техносферной безопасности. ОПК-1.3. владеть: навыками структурирования знаний; правильного выбора средств, способов и методов принятия решений; владение техникой и технологиями в области обеспечения техносферной безопасности; владение вычислительной техникой и информационными технологиями в своей профессиональной деятельности; методологией моделирования возможных чрезвычайных ситуаций, возникновения опасностей и их предотвращения на промышленных объектах и окружающей среде с использованием измерительной и вычислительной техники, современных информационных технологий.
ПК-5	Способен идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели,	ПК-5.1. знать: основы математического и компьютерного моделирования; современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и конструкций;

	интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять моделирование технических устройств и процессов	ПК-5.2. уметь: – разрабатывать математические модели процессов, интерпретировать математические модели нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели; – применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования конструкций и оборудования опасных производственных объектов; – осуществлять компьютерное моделирование технических устройств и процессов. ПК-5.3. владеть: – навыками определения физической сущности экспериментальных данных; формирования качественных выводов из количественных данных, полученных по рабочим моделям; – навыками применения систем автоматизированного проектирования для решения профессиональных задач.
--	---	---

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

Очная форма обучения

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	5 семестр	всего
Общая трудоемкость	108	108
Контактная работа:	54	54
Лекции (Лек)	12	12
Практические занятия (ПР)	12	12
Лабораторные работы (Лаб)	24	24
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО)	5	5
проведение текущих консультаций	2	2
проведение индивидуальная работа со студентами	3	3
КонтПА	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, зачет с оценкой)	экзамен	35
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - выполнение расчетно-графического задания (РГЗ); - написание реферата (Р); - написание эссе (Э); - самостоятельное изучение разделов (перечислить); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к промежуточной аттестации и т.п.)	19	19

4.2. Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины (модуля)

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины/ темы		Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			контактная				
		семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
1	Тема 1. Основные понятия и определения. Общая характеристика горения и взрыва	5	2	1	3	2	устный опрос, дискуссия и/или презентация; видеофильм и беседа по вопросам; решение задач
2	Тема 2. Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения	5	2	2	3	3	Решение задач, защита реферата, тестирование
3	Тема 3. Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости реакций горения	5	2	2	4	2	Решение задач, защита реферата, тестирование
4	Тема 4. Массоперенос и теплопередача в процессах горения	5	2	2	4	2	Решение задач, защита реферата, тестирование
5	Тема 5. Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей	5	1	2	3	2	устный опрос, дискуссия и/или презентация; видеофильм и беседа по вопросам; решение задач
6	Тема 6. Теория горения дисперсных и горючих материалов	5	1	2	4	4	Решение задач, тестирование
7	Тема 7. Теория теплового взрыва	5	2	1	3	4	Решение задач, тестирование
	экзамен	5				35	экзамен по билетам / тест
	итого:	5	12	12	24	19	

4.3. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основные понятия и определения

Общая характеристика горения и взрыва

Понятие горения и взрыва. Тепловой и цепной механизмы горения и взрыва. Роль каталитических процессов и диффузии. Критические явления. Воспламенение и зажигание. Пределы самовоспламенения смеси водорода с кислородом. Критические явления. Верхний и нижний концентрационные пределы воспламенения. Гомогенное и гетерогенное горение. Роль конвекции. Распределение температур и линий тока в пламени.

Тема 2. Химическая термодинамика горения и взрыва.

Расчет тепловых эффектов реакций горения

Функции состояния и основные термодинамические соотношения. Уравнения состояния идеальных и реальных газов (уравнение Ван-дер-Ваальса, уравнение с вириальными коэффициентами). Термохимия. Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов реакций. Зависимость теплового эффекта от температуры. Закон Кирхгоффа.

Тема 3. Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости реакций горения

Понятие скорости химической реакции. Скорость образования компонента. Энергия активации. Необходимые и достаточные условия протекания реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации компонентов, от давления и температуры. Закон действующих масс. Молекулярность и порядок реакции. Элементы формальной кинетики. Реакции 1-го, 2-го и 3-го порядков.

Кинетика сложных реакций. Двусторонние (обратимые) реакции. Параллельные реакции. Последовательные реакции. Автокаталитические реакции.

Цепные реакции. Разветвляющиеся и неразветвляющиеся цепи. Примеры реакций взаимодействия водорода с хлором (реакция Боденштейна) и водорода с кислородом.

Цепной механизм и его стадии. Полуостров воспламенения.

Математическое описание цепных реакций. Роль цепных реакций в тепловом самовоспламенении.

Уравнение Аррениуса и тепловой взрыв.

Тема 4. Массоперенос и теплопередача в процессах горения

Подобие процессов массопереноса и теплопередачи. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде. Законы Фурье и Фика.

Уравнения конвективного переноса тепла и вещества. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарное и турбулентное движение жидкости (газа). Понятие диффузионного слоя. Коэффициенты тепло- и массопереноса.

Теория подобия. Критерии подобия Рейнольдса, Нуссельта, Шервуда, Прандтля и Грасгофа.

Уравнение баланса массы. Уравнение баланса вещества и тепловой энергии. Уравнение баланса количества движения. Уравнение Навье-Стокса. Его приложение для расчета распределения скоростей течения жидкости (газа) между двумя параллельными пластинами.

Тема 5. Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей

Общая характеристика пламени и закономерностей его распространения. Форма фронта пламени и понятие о нормальном горении. Расширение продуктов горения. Характерные режимы нормального горения. Методы изучения горения газов. Теория нормального горения. Тепломассообмен при горении. Коэффициент молекулярного переноса. Подобие полей температуры и концентрации. Механизм перехода горения в детонацию.

Тема 6. Теория горения дисперсных и горючих материалов

Смешанная диффузионная и химическая кинетика горения. Выявление лимитирующей стадии. Горение угля. Анализ зависимости скорости горения от скорости продувки воздуха и от температуры.

Теория горения металлов.

Тема 7. Теория теплового взрыва

Вывод основного нестационарного уравнения для температуры горения. Стационарная теория теплового взрыва. Критические условия. Определение температуры воспламенения. Учет теплоотдачи.

Актуальные направления развития теории горения и взрыва. Использование методов теории горения и взрыва для прогнозирования и обеспечения безопасности производственных процессов, прогнозирования чрезвычайных ситуаций и локализации их последствий.

4.4. Темы и планы практических/лабораторных занятий

№	Тема	Содержание занятия
1	Тема 1. Основные понятия и определения. Общая характеристика горения и взрыва	1.Собеседование 1) понятие о горении и взрыве, классификация взрывных процессов, классификация взрывчатых систем; 2) основные источники энергии взрыва; 3) химические и физические взрывы; 4) условия образования взрывоопасных систем в технологических процессах; 5) экзотермичность и скорость реакции как факторы, определяющие возможность распространения горения и взрыва; 6) скорость газообразования и способность химического превращения к самораспространению как факторы, определяющие разрушающее действие взрыва, принцип Харитона 2. Практическая работа «Расчет воздуха на горение. Расчет объема продуктов сгорания»
2	Тема 2. Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения	1. Собеседование: 1) закон Гесса и следствия из него; 2) термохимическая и термодинамическая системы расчета тепловых эффектов 2. Практическая работа «Расчет теплоты горения»
3	Тема 3. Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости реакций горения	1. Собеседование: 1) кинетика простых газовых реакций, зависимость скорости реакции от температуры и давления, изменение скорости реакции во времени; 2) основные типы самоускоряющихся реакций, особенности их протекания, тепловое самоускорение реакций; 3) теория теплового самовоспламенения Н.Н. Семенова; 4) учет изменения содержания реагентов в предвоспламенительном периоде, оценка задержки теплового самовоспламенения; 5) тепловое и автокаталитическое ускорение реакции в конденсированных системах 2. Практическая работа «Расчет температуры: 1) горения; 2) самовоспламенения; 3) вспышки и воспламенения»
4	Тема 4. Массоперенос и	1. Собеседование:

	теплопередача в процессах горения	1) перенос теплоты теплопроводностью; 2) конвективный теплообмен; 3) лучистый теплообмен; 4) теплообменные аппараты; 5) молекулярный и конвективный массообмен. 2. Практическая работа «Расчет стационарных процессов теплопроводности»
5	Тема 5. Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей	1. Собеседование: 1) общая характеристика пламени и закономерностей его распространения, форма фронта пламени и понятие о нормальном горении, расширение продуктов горения; 2) режимы нормального горения (горение в трубе, Бунзеновская горелка, горение в замкнутом объеме); 3) методы изучения горения газов; 3) факторы, определяющие скорость и возможность распространения горения; 4) теория нормального горения; 5) тепломассообмен при горении; 6) механизм перехода горения в детонацию и факторы, влияющие на длину преддетонационного участка 2. Практическая работа «Расчет атемпературы и давления взрыва в замкнутом объеме»
6	Тема 6. Теория горения дисперсных и горючих материалов	1. Собеседование: 1) особенности возникновения и распространения горения слоя и аэрозвесей дисперсных и горючих материалов; 2) факторы, определяющие возможность и скорость горения горючих неметаллических материалов, роль диффузии при горении; 3) роль летучих составляющих при горении веществ органического происхождения; 4) кондуктивная и кондуктивно-радиационная теория распространения пламени; 5) гидродинамический анализ горения аэрозолей, конвективная теория горения; 6) газодинамический режим распространения пламени по аэродисперсной системе; 7) теория предельных условий горения аэрозвесей; 8) горение гибридных систем дисперсный материал – горючий газ – воздух, устойчивость горения аэрозвесей, условия и механизм ускорения в детонацию 2. Практическая работа «Расчет температуры и давления взрыва для горючей смеси»
7	Тема 7. Теория теплового взрыва	1. Собеседование: 1) общие представления о работе взрыва, формы работы и баланс энергии при взрыве, методы определения общей работы при взрыве; 2) фугасное, бризантное и местное действие при взрыве, кумулятивный эффект при взрыве;

		3) основные факторы разрушающего действия ударных волн; 4) элементы теории подобия при взрывах, особенности использования теории подобия для газоздушных, пылевоздушных и конденсированных взрывчатых систем 2. Практическая работа «Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования огненного шара»
--	--	---

Тематика и задания для практических занятий

1. Расчет коэффициента горючести.

Рассчитать коэффициент горючести приведенных веществ.

2. Составление уравнений реакции горения в кислороде.

Составить уравнения реакции горения в кислороде и определить сколько молей исходных веществ участвовало в реакции и сколько молей продуктов горения образовалось при полном сгорании вещества.

3. Составление уравнений реакции горения в воздухе.

Составить уравнения реакции горения в воздухе и определить сколько молей исходных веществ участвовало в реакции и сколько молей продуктов горения образовалось при полном сгорании вещества

4. Расчет молей (киломолей) исходных веществ и продуктов реакции по уравнению реакции горения.

Определить сколько молей исходных веществ участвовало в реакции и сколько молей продуктов горения образовалось при полном сгорании данного вещества.

5. Расчет теоретического объема воздуха, необходимого для горения индивидуального вещества (4 ч).

Рассчитать теоретический объем воздуха для полного сгорания заданного вещества для данной температуры и давления.

Тематика и задания для лабораторных занятий

1. Расчет объема воздуха, необходимого для горения индивидуального вещества (4 ч).

Рассчитать объем воздуха для полного сгорания заданного вещества для данной температуры и давления. Горение протекало с избытком воздуха.

2. Расчет объема воздуха, необходимого для горения газовой смеси.

Определить объем воздуха, необходимого для полного сгорания газовой смеси, имеющегося состава.

3. Расчет объема воздуха, необходимого для горения вещества сложного элементного состава.

Определить объем воздуха, необходимого для полного сгорания заданной массы вещества сложного элементного состава.

4. Расчет объема и процентного состава продуктов горения индивидуального вещества.

Определить объем и состав продуктов горения заданной массы вещества.

5. Расчет объема и процентного состава продуктов горения газовой смеси.

Определить объем и состав продуктов горения газовой смеси имеющегося состава

6. Расчет объема и процентного состава продуктов горения вещества сложного элементного состава.

Определить объем и состав продуктов горения массы вещества имеющегося состава

7. Расчет теплового эффекта реакции горения индивидуального вещества (4 ч).

8. Перевод значения энтальпии из кДж/моль в кДж/кг.

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (курсовых работ)

не предусмотрено учебным планом

5. Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

не предусмотрено

6. Образовательные технологии

Используются формы и методы обучения: индивидуальные, групповые, фронтальные, коллективные, парные со сменным составом студентов очной формы обучения.

Для развития творческих индивидуальных способностей студентов, повышения качества усвоения учебного материала используем следующие активные методы обучения: метод гипотез, метод прогнозирования метод придумывания, метод «Если бы...».

Использование перспективных форм учебной деятельности также нашли свое применение, это – метод «мозговой штурм». Активно используются метод «анализ конкретной ситуации», которые моделируют реальную профессиональную деятельность. Лекционные и семинарские занятия с использованием блоков-схем, опорных конспектов, проекционной техники, презентации.

Также широко применяются компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных умений и навыков обучающихся.

Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle:

- технология мультимедиа в режиме диалога;
- технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории);
- гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии).

Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела	Виды учебных занятий	Образовательная технология
1	Тема 1. Основные понятия и определения. Общая характеристика горения и взрыва	Лекция Практическое занятие	Тематическая лекция Практическое занятие: 1.Собеседование 2. Практическая работа «Расчет воздуха на горение. Расчет объема продуктов сгорания»
2	Тема 2. Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения	Лекция Практическое занятие	Тематическая лекция Практическое занятие: 1. Собеседование 2. Практическая работа «Расчет теплоты горения»
3	Тема 3. Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости	Лекция Практическое занятие	Тематическая лекция Практическое занятие: 1. Собеседование 2. Практическая работа «Расчет

	реакций горения		температуры: 1) горения; 2) самовоспламенения; 3) вспышки и воспламенения»
4	Тема 4. Массоперенос и теплопередача в процессах горения	Лекция Практическое занятие	Тематическая лекция Практическое занятие: 1. Собеседование: 2. Практическая работа «Расчет стационарных процессов теплопроводности»
5	Тема 5. Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей	Лекция Практическое занятие	Тематическая лекция Практическое занятие: 1. Собеседование 2. Практическая работа «Расчет температуры и давления взрыва в замкнутом объеме»
6	Тема 6. Теория горения дисперсных и горючих материалов	Лекция Практическое занятие	Тематическая лекция Практическое занятие: 1. Собеседование 2. Практическая работа «Расчет температуры и давления взрыва для горючей смеси»
7	Тема 7. Теория теплового взрыва	Лекция Практическое занятие	Тематическая лекция Практическое занятие: 1. Собеседование 2. «Практическая работа Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования огненного шара»

7. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Для текущего контроля успеваемости студентов и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины предполагается выполнение самостоятельной работы студентами по следующим формам, которые составляют ФОС по дисциплине «Теория горения и взрыва»:

- решение задач;
- тестирование;
- собеседование;
- защита реферата.

По каждой форме самостоятельной работы предполагается сдача изученного с оценкой за проделанную работу.

Для итогового контроля освоения дисциплины предлагаются: примерный вариант контрольной работы, вопросы для подготовки к экзамену.

7.1. Примерные темы рефератов

1. Причины пожаров
2. Пожарная опасность веществ
3. Показатели пожароопасности жидкостей. Защита от образования горючей среды внутри резервуаров и емкостей

4. Понятие горения и взрыва
5. Функции состояния и основные термодинамические соотношения
6. Уравнения состояния идеальных и реальных газов (уравнение Ван-дер-Ваальса, уравнение с вириальными коэффициентами)
7. Зависимость теплового эффекта от температуры
8. Зависимость скорости реакции от концентрации компонентов, от давления и температуры
9. Уравнение баланса вещества и тепловой энергии
10. Уравнение баланса количества движения
11. Анализ зависимости скорости горения от скорости продувки воздуха и от температуры
12. Актуальные направления развития теории горения и взрыва
13. Безопасные температурные условия хранения. Ликвидация паровоздушного пространства
14. Нормирование и регламентация размеров зон пожароопасных концентраций
15. Общая схема анализа возникновения и развития взрывных явлений
16. Ударная волна и детонация
17. Расчет избыточного давления во фронте ударной волны при взрывах ГВС и ПВС. Порядок расчета последствий взрывов ГВС и ПВС
18. Определение расстояний, безопасных по действию ударной воздушной волны при взрывах

Критерии оценки:

- **оценка «отлично»** выставляется студенту: если проблема раскрыта полностью, проведён тщательный анализ, информация систематизирована и логически связана;
- **оценка «хорошо»** – если проблема достаточно раскрыта, проведён анализ, информация последовательна систематизирована;
- **оценка «удовлетворительно»** – если проблема раскрыта не полностью, выводы не обоснованы, информация не совсем последовательная;
- **оценка «неудовлетворительно»** – если проблема не раскрыта, выводы отсутствуют, информация не связана, нелогична.

7.2. Примерные варианты задач

1. Рассчитать объем воздуха, теоретически необходимый для сгорания 1 кг березавекового угля. Состав его рабочей массы: С – 44,3 % ; Н – 3,0 %; N – 0,4 % ; О – 14,4 % ; W – 8,83 %.
2. Рассчитайте объем и состав сухих и влажных продуктов сгорания 1 т метанола.
3. Рассчитайте объем и состав влажных продуктов сгорания коксового газа.
4. Определите объем продуктов сгорания 1 кг фенола C_6H_5OH , если температура горения 1 200 К, давление 95 000 Па.
5. Рассчитать низшую теплоту горения сернистого мазута, имеющего состав (в %): С – 82,5; Н – 1 0,65; S – 3, 1; О – 0,5; А (зола) – 0,25; W (влаги) – 3.
6. Рассчитать высшую теплоту горения нефтяной фракции, имеющей следующий состав (в %): С – 84,5; Н – 11 ,21 ; S – 3,99; О – 0,3.
7. Рассчитать действительную температуру горения газовой смеси, состоящей из 45 % H_2 , 30 % C_3H_8 , 15 % ; O_2 , 10 % N_2 , если потери тепла составили 30 % Q_n , а коэффициент избытка воздуха при горении равен 1,8.
8. Рассчитать действительную температуру горения бутано-воздушной смеси стехиометрической концентрации на нижнем концентрационном пределе воспламенения: 1,9 % бутана и 98,1 % воздуха.
9. Вычислить НКПВ и ВКПВ уксусной кислоты, уксусного альдегида и проанализировать возможность образования взрывоопасной концентрации.

10. Определить концентрационные пределы воспламенения газовой смеси, состоящей из 50 % бутана, 10 % пропилена и 40 % этилена.

11. Рассчитать температуру и давление при взрыве паров метанола с воздухом, если концентрация паров горючего составляет 10%, стехиометрическая начальная температура смеси составляет 27⁰С, начальное давление 0,1 МПа

Критерии оценки решения задачи:

– **оценка «отлично»** выставляется студенту: если задача решена правильно, проведён тщательный анализ, решение систематизировано и логически связано;

– **оценка «хорошо»** – если задача решена правильно, проведён анализ, решение последовательно, систематизировано, но присутствуют отдельные ошибки в расчетах;

– **оценка «удовлетворительно»** – если задачи решены в неполном объеме, решение не сопровождается специальными формулами расчета различных параметров, решение не последовательное;

– **оценка «неудовлетворительно»** – если задачи не решены.

7.3. Примерные варианты теста

1 вариант

1. Горение – это:

- 1) быстрое окисление, при котором горящее вещество соединяется с кислородом, при этом выделяется энергия в виде ударной волны и света;
- 2) быстрое окисление, при котором горящее вещество соединяется с водородом, при этом выделяется энергия в виде тепла и света;
- 3) быстрое окисление, при котором горящее вещество соединяется с кислородом, при этом выделяется энергия в виде тепла и света;
- 4) быстрое окисление, при котором горящее вещество соединяется с углеродом, при этом выделяется энергия в виде тепла и света

2. Пожар – это:

- 1) неконтролируемое горение вне здания, наносящее материальный ущерб и способное вызвать травмы и гибель людей;
- 2) неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее вред и способное вызвать травмы и гибель людей;
- 3) неконтролируемое горение в специальном очаге, наносящее материальный ущерб и способное вызвать травмы и гибель людей;
- 4) неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб и способное вызвать травмы и гибель людей.

3. Горение усиливается за счёт:

- 1) реакции окисления
- 2) цепной реакции
- 3) температуры
- 4) энергии.

4. Для осуществления горения необходимо три элемента:

- 1) кислород, водород, теплота
- 2) кислород, горючее вещество, температура
- 3) углерод, горючее вещество, теплота
- 4) кислород, горючее вещество, теплота.

5. Важнейшие процессы при горении – это:

- 1) теплоперенос и массоперенос
- 2) температура и скорость реакции
- 3) энерговыделение и температура
- 4) скорость реакции и энерговыделение

6. Скорость гомогенной реакции – это:

- 1) количество вещества, образующегося в результате реакции в единицу времени в единице объёма;
- 2) количество вещества, вступающего в реакцию или образующегося в результате реакции в единицу времени в единице объёма;
- 3) количество вещества, вступающего в реакцию в единицу времени в единице объёма;
- 4) количество вещества, вступающего в реакцию в единицу времени на единицу длины образца

7. В зоне горения возникают температуры порядка:

- 1) 1000 – 13000 С;
- 2) 1000 – 12000 С;
- 3) 1000 – 15000 С;
- 4) 1200 – 15000 С.

8. В горящем помещении температура достигает:

- 1) 400 - 6000 С
- 2) 100 – 4000 С
- 3) 600 – 10000 С
- 4) 400 – 10000 С

9. При температуре порядка 2000 С жизнь незащищённого человека сохраняется не более:

- 1) 7 минут
- 2) 10 минут
- 3) 5 минут
- 4) 8 минут

10. Содержание угарного газа СО более 1% в помещении приводит к летальному исходу для людей через:

- 1) 2 – 3 минуты
- 2) 4 минуты;
- 3) 3 – 4 минуты;
- 4) 3 – 5 минут.

11. Взрыв – это:

- 1) горение с выделением большого количества энергии;
- 2) предельный случай горения – процесс чрезвычайно быстрого выделения большого количества энергии в ограниченном объёме;
- 3) горение с выделением большого количества газообразных продуктов;
- 4) предельный случай горения – процесс чрезвычайно быстрого выделения большого количества энергии в неограниченном объёме.

12. Все вещества, способные взрываться, делятся на:

- 1) взрывчатые вещества (ВВ) и детонирующие вещества (ДВ)
- 2) взрывчатые вещества (ВВ) и взрывоопасные вещества (ВОВ)
- 3) взрывчатые вещества (ВВ) и взрывчатые смеси (ВС)
- 4) взрывчатые вещества (ВВ) и детонирующие смеси (ДС)

13. Самым безопасным ВВ в технологических процессах является:

- 1) гексоген
- 2) пластит
- 3) нитрометан
- 4) тринитротолуол (ТНТ)

14. Поражающими факторами при взрывах ВВ являются:

- 1) ударная волна, осколки взрыва, тепловое поле и скоростной напор;
- 2) ударная волна, осколки взрыва и скоростной напор;
- 3) ударная волна, осколки взрыва и тепловое поле;
- 4) ударная волна, скоростной напор и тепловое поле.

15. Ударная волна – это:

- 1) область сильно сжатой среды, которая распространяется во все стороны от места взрыва;
- 2) область повышенного давления среды, которая распространяется во все стороны от места взрыва;
- 3) область с высокой температурой среды, которая распространяется во все стороны от места взрыва;
- 4) область с высокой скоростью среды, которая распространяется во все стороны от места взрыва.

16. Ударная волна распространяется в среде:

- 1) с дозвуковой скоростью
- 2) со сверхзвуковой скоростью
- 3) со звуковой скоростью
- 4) с гиперзвуковой скоростью

17. Ударная волна характеризуется:

- 1) избыточным давлением и высокой температурой
- 2) избыточным давлением и высокой энергией
- 3) избыточным давлением и скоростным напором
- 4) избыточным давлением и тепловым полем

18. Избыточным давлением ударной волны называют:

- 1) разность между максимальным давлением на фронте волны и минимальным давлением;
- 2) разность между максимальным давлением на фронте волны и давлением перед фронтом волны;
- 3) разность между максимальным давлением на фронте волны и Давлением скоростного напора;
- 4) разность между максимальным давлением на фронте волны и атмосферным давлением.

19. Зоны разрушений от взрыва делят на:

- 1) слабые, средние, сильные, очень сильные
- 2) слабые, средние, и полные
- 3) слабые, средние, сильные и полные
- 4) слабые, сильные, очень сильные и полные

$$Arn = \frac{E}{R_0 T_0} \quad \text{называется:}$$

20. Безразмерный показатель экспоненты

- 1) предэкспонентой
- 2) критерием Зельдовича
- 3) критерием Аррениуса
- 4) показателем скорости реакции

21. Критерий Аррениуса выражает:

- 1) чувствительность скорости химической реакции к энергии
- 2) чувствительность скорости химической реакции к изменению температуры
- 3) порядок химической реакции
- 4) скорость нарастания химической реакции

2 вариант

1. Взрыв ВВ может быть вызван следующими причинами:

- 1) нагревание, удар, укол, трение, детонация
- 2) нагревание, обжатие, удар, трение, детонация
- 3) сжатие, удар, укол, трение, детонация
- 4) нагревание, удар, укол, трение, дегазация

2. Процесс взрыва длится в промежутке времени:

- 1) $10^{-1} - 10^{-5}$ с
- 2) $10^{-2} - 10^{-5}$ с
- 3) $10^{-3} - 10^{-6}$ с
- 4) $10^{-2} - 10^{-6}$ с

3. В зависимости от скорости взрывчатого превращения различают следующие его формы:

- 1) горение, обыкновенный взрыв, детонация
- 2) медленное сгорание, обыкновенный взрыв, детонация
- 3) быстрое сгорание, обыкновенный взрыв, детонация
- 4) быстрое сгорание, сильный взрыв, детонация

4. К ВВ предъявляются следующие основные требования:

- 1) высокая мощность, жесткие границы чувствительности, обеспечение безопасности в обращении и одновременно лёгкость возбуждения взрыва
- 2) большая энергия, жесткие границы чувствительности, обеспечение безопасности в обращении и одновременно лёгкость возбуждения взрыва;
- 3) большая энергия и высокая мощность, жесткие границы чувствительности, обеспечение безопасности в обращении;
- 4) большая энергия и высокая мощность, жесткие границы чувствительности, обеспечение безопасности в обращении и одновременно лёгкость возбуждения взрыва

5. Стойкостью ВВ называется:

- 1) его способность длительное время сохранять свою форму;
- 2) его способность длительное время сохранять свои механические свойства;
- 3) его способность длительное время сохранять свои взрывчатые свойства;
- 4) его способность длительное время сохранять свои химические свойства.

6. ВВ по характеру своего действия делятся на:

- 1) инициирующие ВВ, бризантные ВВ и пиротехнические составы
- 2) инициирующие ВВ, бризантные ВВ, пороха
- 3) инициирующие ВВ, бризантные ВВ, пороха и пиротехнические составы
- 4) инициирующие ВВ, метательные ВВ, пороха и пиротехнические составы

7. Иницирующими называются такие взрывчатые вещества, которые

- 1) обладают весьма высокой чувствительностью и взрываются от незначительного внешнего механического (удар, трение) или теплового (луч лазера, пламя, нагрев, электрический ток) воздействия;
- 2) обладают весьма высокой чувствительностью и взрываются от незначительного внешнего механического (удар, трение) воздействия;
- 3) обладают весьма высокой чувствительностью и взрываются от незначительного теплового (луч лазера, пламя, нагрев, электрический ток) воздействия;
- 4) обладают весьма высокой чувствительностью и взрываются от незначительного внешнего механического (удар, трение) или температурного воздействия

8. Бризантными называются такие взрывчатые вещества, которые:

- 1) при взрыве производят уплотнение окружающих предметов;
- 2) при взрыве производят сжигание окружающих предметов;
- 3) при взрыве производят дробление окружающих предметов;
- 4) при взрыве производят метание окружающих предметов.

9. Детонатор представляет собой:

- 1) заряд бризантного вещества;
- 2) заряд взрывчатого вещества более чувствительного, чем взрывчатое вещество основного заряда;
- 3) заряд пиротехнического вещества более чувствительного, чем взрывчатое вещество основного заряда;
- 4) заряд пороха.

10. Порохами называются такие взрывчатые вещества:

- 1) характер взрыва которых позволяет использовать их в качестве источника энергии движения снарядов, мин, пуль и реактивных снарядов;
- 2) горение которых позволяет использовать их в качестве источника энергии движения снарядов, мин, пуль и реактивных снарядов;
- 3) быстрое горение которых позволяет использовать их в качестве источника энергии движения снарядов, мин, пуль и реактивных снарядов;
- 4) очень быстрое горение которых позволяет использовать их в качестве источника энергии движения снарядов, мин, пуль и реактивных снарядов

11. Фугасность – это:

- 1) локальное действие взрыва на некотором расстоянии от поверхности заряда взрывчатого вещества;
- 2) направленное действие взрыва на некотором расстоянии от поверхности заряда взрывчатого вещества;
- 3) общее действие взрыва на некотором расстоянии от поверхности заряда взрывчатого вещества;
- 4) общее действие взрыва на большом расстоянии от поверхности заряда взрывчатого вещества.

12. Для экспериментальной оценки фугасности ВВ на практике используют следующие методы:

- 1) метод свинцовой бомбы, метод баллистического маятника, метод баллистической мортиры, определение объема воронки выброса грунта, измерение параметров воздушных ударных волн;
- 2) метод паровой бомбы, метод баллистического маятника, метод баллистической мортиры, определение объема воронки выброса грунта, измерение параметров воздушных ударных волн;
- 3) метод свинцовой бомбы, метод качающегося маятника, метод баллистической мортиры, определение объема воронки выброса грунта, измерение параметров воздушных ударных волн;
- 4) метод свинцовой бомбы, метод баллистического маятника, метод ударной мортиры, определение объема воронки выброса грунта, измерение параметров воздушных ударных волн.

13. Стандартная бомба (бомба Трауцля) представляет собой:

- 1) массивный свинцовый цилиндр со сквозным осевым каналом
- 2) массивный свинцовый цилиндр с несквозным осевым каналом
- 3) массивный медный цилиндр с несквозным осевым каналом
- 4) массивный свинцовый шар с несквозным осевым каналом

14. В методе баллистического маятника основой маятника является:

1. груз, подвешенный на гибких тягах к неподвижной опоре
- 2) груз, подвешенный на жестких тягах к подвижной опоре
3. груз, подвешенный на жестких тягах к неподвижной опоре
- 4) груз, подвешенный на гибких тягах к подвижной опоре

15. Оценка фугасности ВВ по измеренным параметрам ударных волн проводится двумя способами:

- 1) измерением длительности фазы сжатия ударной волны или избыточного давления на ее фронте;
- 2) измерением импульса фазы сжатия ударной волны или максимального давления на ее фронте;
- 3) измерением импульса фазы сжатия ударной волны или минимального давления на ее фронте;
- 4) измерением импульса фазы сжатия ударной волны или избыточного давления на ее фронте.

16. Тритиловый эквивалент – это:

- 1) величина, которая показывает, сколько килограммов пороха необходимо взорвать, чтобы получить такую же фугасность, как у одного килограмма исследуемого взрывчатого вещества;
- 2) величина, которая показывает, сколько килограммов тротила необходимо взорвать, чтобы получить такую же фугасность, как у одного килограмма исследуемого взрывчатого вещества;
- 3) величина, которая показывает, сколько граммов тротила необходимо взорвать, чтобы получить такую же фугасность, как у одного грамма исследуемого взрывчатого вещества;
- 4) величина, которая показывает, сколько граммов тротила необходимо взорвать, чтобы получить такую же фугасность, как у одного килограмма исследуемого взрывчатого вещества.

17. Наиболее распространенные методы определения бризантности ВВ:

- 1) обжиг свинцовых кубиков и обжиг медных крешеров
- 2) обжиг свинцовых столбиков и обжиг свинцовых крешеров
- 3) обжиг медных столбиков и обжиг свинцовых крешеров
4. обжиг свинцовых столбиков и обжиг медных крешеров

18. Нижний предел взрыва пыли– это:

- 1) минимальная плотность пыли, при которой она может воспламениться и гореть
- 2) минимальная концентрация пыли, при которой она может воспламениться и гореть
- 3) максимальная концентрация пыли, при которой она может воспламениться и гореть
- 4) максимальная плотность пыли, при которой она может воспламениться и гореть

19. Основными поражающими факторами ядерного взрыва являются:

- 1) звуковая волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение местности, электромагнитный импульс;
- 2) ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, химическое заражение местности, электромагнитный импульс;
- 3) ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение местности, электромагнитный импульс;
- 4) ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение местности, звуковой импульс;

20. С ростом калибра ядерного боеприпаса радиусы поражения ударной волной растут:

- 1) пропорционально корню квадратному из мощности взрыва
- 2) пропорционально корню кубическому из энергии взрыва
- 3) пропорционально корню квадратному из энергии взрыва
- 4) пропорционально корню кубическому из мощности взрыва

Критерии оценки:

- **оценка «отлично» (85-100 баллов)** выставляется студенту, если выполнен полный объем работы, ответ студента полный и правильный;
- **оценка «хорошо» (70-84 балла)** выставляется студенту, если выполнено 75% работы, ответ студента правильный, но неполный;
- **оценка «удовлетворительно» (52-69 баллов)** выставляется студенту, если выполнено 50% работы, ответ правилен в основных моментах;
- **оценка «неудовлетворительно» (0-51 балл)** выставляется студенту, если выполнено менее 50% работы, в ответе существенные ошибки в основных аспектах темы.

7.4. Примерные вопросы для дискуссии и/или собеседования

1. Первый закон термодинамики. Изменение внутренней энергии в процессе горения. Тепловой эффект химической реакции
2. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта (теплоты) реакции от температуры. Теплота сгорания топлива

3. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Скорость химической реакции. Условия химического равновесия
4. Зависимость процессов диссоциации от температуры и давления (зависимость теплового эффекта реакции от температуры; влияние давления на скорость реакции)
5. Самоускоряющиеся химические реакции и критические явления: взрыв и самовоспламенение. Теория Н.Н. Семенова
6. Воспламенение, зажигание и распространение пламени в газовых смесях. Цепное самовоспламенение
7. Тепловое самовоспламенение. Основные уравнения горения
8. Диффузионное горение газа. Турбулентное распространение пламени
9. Самовоспламенение топливо-воздушных смесей. Критические условия воспламенения.
10. Период индукции при адиабатных условиях и при наличии теплопотерь
11. Явление взрыва. Основные факторы, обуславливающие взрыв
12. Классификация взрывных процессов. Взрывчатые вещества
13. Теория возникновения и развития взрывных процессов
14. Объем и состав газообразных продуктов взрыва. Теплота и температура взрыва. Давление при взрыве
15. Методики по определению последствий аварийного газового взрыва (АГВ). Примеры взрывов на открытых технологических установках
16. Методика тротилового эквивалента. Детонационный взрыв газовой смеси. Методика определения поля избыточных давлений при дефлаграционном режиме сгорания облака
17. Общая характеристика и классификация топлива. Технические характеристики топлив
18. Динамика термического разложения органической массы твердых природных топлив. Роль летучих в процессе воспламенения природных твердых топлив
19. Материальный и тепловой баланс процессов горения. Расчеты по приведенным характеристикам топлива
20. Лесной пожар: основные понятия и определения. Классификация лесных пожаров и механизм их распространения
21. Структура леса, лесные горючие материалы и элементы физики горения. Стадии развития лесных пожаров, энергетика и аэродинамика пожара, структура фронта и предельные условия распространения
22. Теплота сгорания, продукты пиролиза и сгорания. Вредные и опасные факторы лесных пожаров
23. Математическая теория лесных пожаров
24. Лесопожарный риск, методология оценки (прогноз лесопожарной опасности, природные и антропогенные источники возгорания в лесах, эколого-экономические и социальные ущербы от лесных пожаров)
25. Методика расчета выбросов радионуклидов, вредных веществ и теплоты при распространении лесных пожаров
26. Методика расчета выбросов от источников горения при разливе нефтепродуктов на различных типах подстилающей поверхности

7.5. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Химическая термодинамика. Основные понятия и определения. Классификация систем и химических реакций
2. Первый закон термодинамики. Изменение внутренней энергии в процессе горения
3. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса
4. Зависимость теплового эффекта (теплоты) реакции от температуры. Закон

Кирхгоффа

5. Теплота сгорания топлива
6. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие
7. Скорость химической реакции. Условия химического равновесия
8. Уравнение Аррениуса. Энергия активации реагирующих систем
9. Топливо и горючая смесь. Физические процессы, сопровождающие горение горючих смесей
10. Роль диффузии и теплопередачи в процессах горения
11. Воспламенение горючих смесей. Тепловое самовоспламенение
12. Воспламенение горючих смесей. Цепное самовоспламенение
13. Распространение пламени в неподвижной смеси. Распространение пламени в ламинарном потоке.
14. Распространение пламени в турбулентном потоке
15. Взрыв. Типы взрывов. Классификация взрывов по плотности вещества, по типам химических реакций.
16. Энергия и мощность взрыва. Ударные и детонационные волны.
17. Основные положения теории детонации.
18. Принципиальные отличия процессов горения от взрыва.
19. Теория теплового взрыва Н.Н. Семенова.
20. Условия возбуждения теплового взрыва по Н.Н. Семенову.
21. Особенности горения твердых топлив.
22. Лесные пожары: основные понятия и определения
23. Классификация лесных пожаров и механизм их распространения
24. Лесопожарная опасность и лесные пожары с точки зрения физики горения и экологии
25. Причины возникновения лесных пожаров
26. Вредные и опасные факторы лесных пожаров
27. Основные положения методики расчета текущих выбросов загрязнителей и теплоты при лесных пожарах
28. Особенности горения жидких топлив. Горение аварийных разливов нефти и нефтепродуктов
29. Вредные и опасные факторы пожаров разливов нефти и нефтепродуктов
30. Основные положения методики расчета выбросов загрязнителей и теплоты от источников горения разливов нефти.
31. Особенности горения разливов нефти и нефтепродуктов на различных типах подстилающих поверхностей.

Критерии оценки:

– **оценка «отлично» (85-100 баллов)** выставляется студенту, если выполнен полный объем работы, ответ студента полный и правильный; студент способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить своё мнение, привести иллюстрирующие примеры;

– **оценка «хорошо» (70-84 балла)** выставляется студенту, если выполнено 75% работы, ответ студента правильный, но неполный, не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение студента недостаточно четко выражено;

– **оценка «удовлетворительно» (52-69 баллов)** выставляется студенту, если выполнено 50% работы, ответ правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения студента, есть ошибки в деталях или они просто отсутствуют;

– **оценка «неудовлетворительно» (0-51 балл)** выставляется студенту, если выполнено менее 50% работы, в ответе существенные ошибки в основных аспектах темы.

7.6. Примерный вариант контрольной работы

1. Определить массу и объем (теоретический) воздуха, необходимого для горения 1 кг метилового, этилового, пропилового и амилового спиртов. Построить график зависимости объема воздуха от молекулярной массы спирта.
2. Определить объем продуктов горения и содержание паров воды и кислорода при горении 1 кг гексана, гептана, октана, декана, если температура горения 1300 К, давление 1325 ГПа, коэффициент избытка воздуха при горении 1,8. Построить график зависимости объема продуктов горения и содержания кислорода от молекулярной массы горючего.
3. Определить низшую теплоту сгорания 1 кг древесины состава С – 49 %, Н – 8 %, О – 43 %. Какова удельная интенсивность тепловыделения на пожаре, если массовая скорость выгорания составляет 0,01 кг/(м²×с)?
4. Рассчитать действительную температуру горения газовой смеси, состоящей из 45 % Н₂, 30 % С₃Н₈, 15 % О₂, 10 % N₂, если потери тепла составили 30 % от Q_Н, а коэффициент избытка воздуха при горении равен 1,8.
5. Определить концентрационные пределы воспламенения парогазовой смеси, состоящей из 20 % этана, 60 % этилена 20 % паров этилового спирта.
6. Определить температуру вспышки в закрытом тигле акриловой кислоты по формулам В.И. Блинова и Элея.
7. Определить возможность разрушения металлического резервуара, рассчитанного на давление 5×10⁵ Па, при взрыве паров толуола.

Критерии оценки:

- **оценка «отлично» (85-100 баллов)** выставляется студенту: если задача решена полностью, проведён тщательный анализ, решение систематизировано и логически связано;
- **оценка «хорошо» (70-84 балла)** – если задача решена полностью, проведён анализ, решение последовательно, систематизировано, но присутствуют отдельные ошибки в расчетах;
- **оценка «удовлетворительно» (52-69 баллов)** – если задачи решены в неполном объеме, решение не сопровождается специальными формулами расчета различных параметров, решение не последовательное;
- **оценка «неудовлетворительно» (0-51 балл)** выставляется студенту – если выполнено менее 50% работы **или**, если задачи не решены.

8. Система оценивания планируемых результатов обучения

Форма контроля	За одну работу		Всего
	миним. баллов	макс. баллов	
Текущий контроль:			
- <i>опрос</i>	0,5 баллов	1 баллов	
- <i>участие в дискуссии на семинаре</i>	3 баллов	5 баллов	
- <i>контрольная работа (темы 1-3)</i>	7 баллов	15 баллов	
- <i>решение задач</i>	3 баллов	7 баллов	
Промежуточная аттестация <i>защита контрольной работы</i>	15 баллов	25 баллов	40 баллов
Итого за семестр (дисциплину) зачёт/зачёт с оценкой/экзамен	53	85	100 баллов

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Основная литература

1. Чернов, К. В. Теория горения и взрыва в техносфере : учебное пособие / К. В.

Чернов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 128 с. – ISBN 978-5-9729-1829-4. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/428843>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Адамян, В. Л. Теория горения и взрыва : учебное пособие для вузов / В. Л. Адамян. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 116 с. – ISBN 978-5-507-50606-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/449900>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Лопанов, А. Н. Физико-химические основы теории горения и взрыва : учебное пособие / А. Н. Лопанов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 232 с. – ISBN 978-5-9729-1552-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/429305>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Эквист Б.В. Теория горения и взрыва : учебник / Эквист Б.В.. – Москва : Издательский Дом МИСиС, 2018. – 180 с. – ISBN 978-5-906953-90-2. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/84423.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Шленский О.Ф. Режимы горения материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Шленский О.Ф. – Электрон. Текстовые данные. – М.: Машиностроение, 2011. – 220 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5224>

6. Яблоков В.А. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс]: учебное пособие / Яблоков В.А., Митрофанова С.В. – Электрон. текстовые данные. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. – 102 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16067>

9.2. Дополнительная литература

Андросов А.С. Теория горения и взрыва: учебник / А.С. Андросов, И.Р. Бегишев, Е.П. Салеев. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 248 с.

Блинов Е.А. Топливо и теория горения. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007. – 119 с.

Корольченко А.Я. Процессы горения и взрыва. – М.: Пожнаука, 2007. – 266 с.

Основы производства моторных топлив из газоконденсатных факелов: монография / Э. В. Пьядичев [и др.]; МЧС России, С.-Петерб. ун-т гос. противопожарной службы; под ред. В. С. Артамонова. - СанктПетербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. - 214 с.: ил., черт., табл., граф. - Библиогр.: с. 206-214. - ISBN 978-5-7422-3279-7: 375-00

Теория горения и взрыва: методические указания к выполнению практ. работ: ФЭ, ФЗДО: специальности: 280103, 280103 со специализацией «Противопожар. Защита»: направление 280700.62 (бакалавриат). Ч. 1 / сост. А. А. Сеницын . - Вологда : ВоГТУ , 2011.–23,[1]с.:табл.– Режим доступа: http://www.library.vstu.edu.ru/biblio/sinicyan/book7/sinizyn_teor_gor.pdf

Теория горения и взрыва : методические указания к выполнению практ. работ: ФЭ, ФЗДО: специальности: 280103, 280103 со специализацией «Противопожар. защита»: направление 280700.62 (бакалавриат). Ч.1 / сост. А. А. Сеницын . – Вологда : ВоГТУ , 2011.– 23,[1] с.: табл.– Режим доступа: http://www.library.vstu.edu.ru/biblio/sinicyan_book7/sinizyn_teor_gor.pdf

9.3. Периодические издания (при необходимости)

Журнал «Техносфера» / <https://ksu.edu.ru/svedeniya-ob-organizatsii/struktura-i-organy-upravleniya/instituty/institut-dizajna-i-tehnologii/kafedry/kafedra-tekhnosfernoj-bezopasnosti/tekhnosfera.html>

9.4. Программное обеспечение

1. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License (бессрочная), (лицензия 49512935);

2. Microsoft Sys Ctr Standard Sngl License/Software Assurance Pack Academic

License 2 PROC (бессрочная), (лицензия 60465661)

3. Microsoft Win Home Basic 7 Russian Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),
4. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная) (лицензия 61031351),
5. Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),
6. Microsoft Internet Security&Accel Server Standart Ed 2006 English Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 41684549),
7. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
8. Microsoft Windows Server CAL 2008 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
9. Microsoft Windows 10 Pro, 64 bit, Rus, OEM, Операционная система
10. Неисключительное право на использование ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition.
11. Неисключительное право на использование ПО Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server, VirtSvr, License, Education Renewal
12. ABBYYFineReader 11 Professional Edition, (бессрочная), (лицензия AF11-2S1P01-102/AD),
13. Microsoft Volume Licensing Service, (бессрочная), (лицензия 62824441),
14. Microsoft Windows Pro 64bit DOEM, (бессрочная), контракт № 6-ОАЭФ2014 от 05.08.2014
15. Visual Studio Professional
16. «Антиплагиат. ВУЗ». Лицензионный договор № 5044 от 14.05. 2022 года (ежегодное продление)

9.5. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий (обязательно!)

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> – полнотекстовая, реферативная база данных
2. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО «СЗТУ» (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>
3. Электронная библиотека АНО ВО «СЗТУ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>
4. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
6. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>
7. Определение состава продуктов сгорания [Электронный ресурс]: методические указания / - Электрон. текстовые данные. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. - 26 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16019>
8. Информационный портал «Охрана труда в России» [Электронный ресурс]. М., 2001-2019. – Режим доступа: <http://ohranatruda.ru>, свободный.
9. Информационный портал по охране труда для специалистов, инженеров и менеджеров [Электронный ресурс]. – М., 2011 – 2019. – Режим доступа: <http://www.trudohrana.ru>, свободный.

3. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс]: официальный сайт, 2019, «МЧС России». – Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru>., свободный.

10. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;

– в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

– в печатной форме;

– в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме;

– в форме электронного документа;

– в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

– автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;

– акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;

– компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Специализированные аудитории с наличием мультимедийного комплекса (компьютерная техника, мультимедийный проектор, экран, видео-, аудиоаппаратура).

2. Аудитории с наличием тематических стендов и технической аппаратуры.

Для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы используются учебные аудитории, отвечающие противопожарным правилам и нормам, обеспечивающих проведение всех видов деятельности обучающихся при освоении дисциплины, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедийными комплексами), служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Для освоения программного материала по данной дисциплине предусмотрена работа в специализированных химических аудиториях, оборудованных в соответствии с правилами пожарной безопасности, а также с учетом проведения экспериментов, связанных с использованием систем воздухообмена. Для проведения отдельных работ предусмотрено наличие специального химического оборудования.

Аудитория № 418 (ул. Пограничная, 68); аудитория 207 (ул. Ленина, 288)	Аудитория для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий; консультации по курсовому и дипломному проектированию; проведения зачётов, экзаменов, защиты курсовых и выпускных квалификационных работ, отчётов о практике. Лабораторный стенд Шкаф вытяжной Наглядные пособия – планшеты: – Нагревательные приборы
---	---

	– Обращение с различными веществами – Основные приемы работы в химической лаборатории – Обработка стеклянных трубок и пробок – Получение и соби́рание газов – Инструкции по работе с химическими веществами – Правила безопасности труда в кабинете химии – Ряд напряжений металлов – Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева – Таблица растворимости <i>Технические средства</i> – Персональный компьютер: системный блок с монитором «SAMSUNG S23B356H», клавиатурой и мышью – Проектор «Acer X1240» – Экран для проектора «OS Screen» Доска меловая
--	--

К рабочей программе прилагаются:

Приложение 1 – Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине (модулю) *(разрабатывается в виде отдельного документа);*

Приложение 2 - Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

(Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) могут быть представлены в виде изданных печатным и (или) электронным способом методических разработок со ссылкой на адрес электронного ресурса в виде рекомендаций обучающимся по изучению разделов и тем дисциплины (модуля) указанием глав, разделов, параграфов, задач, заданий, тестов и т.п. из рекомендованного списка литературы.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры
№ _____ от _____

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

(Изменения и дополнения в РПД вносятся ежегодно и оформляются в данной форме. Изменения вносятся заменой отдельных листов (старый лист при этом цветным маркером перечеркивается, а новый лист с изменением степлером прикалывается к рабочей программе (хранится на кафедре), в электронной форме РПД должна быть актуализированной всегда, т.е. с внесенными изменениями.

При наличии большого количества изменений и поправок, затрудняющих понимание, возникших в связи с изменением нормативной базы ВО и другим причинам, проводится полный пересмотр РПД (т.е. выпускается новая РПД), которая проходит все стадии проверки и утверждения).

в рабочей программе (модуле) дисциплины _____
(название дисциплины)

по направлению подготовки (специальности) _____

на 20__ / 20__ учебный год

1. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

- 1.1.;
- 1.2.;
- ...
- 1.9.

2. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

- 2.1.;
- 2.2.;
- ...
- 2.9.

3. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

- 3.1.;
- 3.2.;
- ...
- 3.9.

Составитель
дата

подпись

расшифровка подписи

Зав. кафедрой

подпись

расшифровка подписи