

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор С.Г. Гендлер

Проректор по
образовательной деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль):	Безопасность технологических процессов и производств
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Должиков В.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Теория горения и взрыва» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «20.03.01 Техносферная безопасность», утвержденного приказом Минобрнауки России № 680 от 25.05.2020 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки / специальности «20.03.01 Техносферная безопасность» направленность (профиль) / специализация «Безопасность технологических процессов и производств».

Составитель _____ к.т.н., доцент Должиков В.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры взрывного дела от 31.01.2022 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., профессор Казанин О.И.

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса

к.т.н. П.В. Иванова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Теория горения и взрыва»: является приобретение студентами знаний и представлений о теоретических основах прогнозирования условий образования горючих и взрывоопасных систем, разрушающего действия взрыва; определения параметров инициирования горения и взрыва, оценки возможности перехода горения во взрыв при различных технологических процессах на горных предприятиях.

Основные задачи дисциплины:

- изучение основ возникновения и распространения процессов горения и взрыва;
- овладение основами прогнозирования условий образования горючих и взрывоопасных систем, разрушающего действия взрыва, практическими навыками расчета и экспериментального определения параметров воспламенения и взрыва пыле-газовоздушных смесей, ВВ и материалов;
- формирование связного представления о процессах воспламенения, горения и распространения пламени (детонации) газо-пылевоздушных смесей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория горения и взрыва» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «20.03.01 Техносферная безопасность» и изучается в 4 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теория горения и взрыва» являются «Химия», «Математика», «Физика».

Дисциплина «Теория горения и взрыва» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Технология и безопасность взрывных работ», «Экспертиза аварий и катастроф».

Особенностью дисциплины является более глубокое рассмотрение теоретических основ процессов горения и взрыва.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теория горения и взрыва» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
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	ОПК-1.1. Знать: основные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанных с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека. ОПК-1.2*. Уметь: работать самостоятельно и пользоваться глобальными информационными ресурсами в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий; применять современные средства коммуникаций и анализировать получаемую информацию. ОПК-1.3*. Владеть: основными программными средствами, навыками работы с информацией из различных источников, измерительной и вычислительной техникой, при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единицы, 180 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Аудиторная работа, в том числе:	90	90
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	72	72
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	54	54
Подготовка к лекциям	6	6
Выполнение курсовой работы / проекта	36	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	12	12
Промежуточная аттестация – (Э) / экзамен	36	36
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180
ак. час.	5	5
зач. ед.	5	5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий			
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Теоретические основы процесса горения»		8	32	15
Раздел 2 «Теоретические основы процесса взрыва»		8	38	39
Раздел 3 «Взрывы пылевоздушных смесей»		2	2	-
Итого:		18	72	54

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Теоретические основы процесса горения	Основные сведения о процессах горения	8
		Классификация и характеристика пожароопасных веществ	
		Воспламенение веществ и материалов	
		Прекращение горения	
2	Теоретические	Понятие о взрыве и взрывчатом веществе	8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	основы процесса взрыва	Основы теории детонации	
		Технологические свойства взрывчатых веществ	
		Гранулированные, порошкообразные и эмульсионные ВВ	
3	Взрывы пылевоздушных смесей	Предохранительные ВВ	2
Итого:			18

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	<p>Материальный и тепловой балансы процессов горения</p> <p>Расчёт объёма и состава продуктов горения</p> <p>Расчет теплоты сгорания вещества</p> <p>Расчет температуры горения</p> <p>Концентрационные пределы распространения пламени</p> <p>Расчет температурных пределов распространения пламени</p> <p>Расчет температуры самовоспламенения</p> <p>Расчет максимального давления взрыва</p> <p>Расчет мощности взрыва</p> <p>Моделирование смешения газовых компонентов</p> <p>Моделирование горения газовых компонентов</p>	36
2	Раздел 2	<p>Расчет кислородного баланса индивидуальных и смесевых (многокомпонентных) взрывчатых веществ (ВВ).</p> <p>Принципы составления реакций взрывчатого превращения ВВ.</p> <p>Расчет теплового эффекта реакции взрывчатого превращения ВВ.</p> <p>Расчет t теплового эффекта реакции взрывчатого превращения ВВ методом Авакяна.</p> <p>Расчет температуры газообразных продуктов взрыва.</p> <p>Расчет объема и давления газообразных продуктов взрыва.</p> <p>Расчет детонационных характеристик ВВ.</p> <p>Моделирование фугасного действия взрыва на пример испытания ВВ в свинцовой бомбе</p> <p>Моделирование бризантного действия взрыва на примере испытания ВВ на свинцовом столбике</p> <p>Моделирование кумулятивного эффекта</p> <p>Моделирование процесса внедрения кумулятивного ножа в разрушаемый материал</p> <p>Моделирование процесса сварки металла взрывом</p>	36
3	Раздел 3	-	-
Итого:			72

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены»

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Темы курсовых работ / проектов
1	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С. и ТЭН - 90/10 - уменьшение окислителя на 5%.
2	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С. и мин. масло - 94/6 - добавить 5% АI за счет окислителя.
3	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С. и тетрил - 70/30 - увеличение окислителя на 10%.
4	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С. и октоген - 87/13 увеличение горючего на 10%.
5	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С. и гексоген - 90/10 увеличение горючего на 10%.
6	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С. ДТ - 95/5 - 5% АI за счет окислителя.
7	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: Нитроглицерин и гексоген - 70/30 увеличение окислителя на 20%.
8	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С. и динитронафталин - 88/12 увеличение горючего на 5%.
9	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С., тротил, АI, нитроглицерин - 76/8/6/10 увеличение АI на 5% за счет окислителя.
10	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С., АI, мин. масло - 92/4/4 увеличение АI на 5% за счет окислителя.
11	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С. тротил - 50/50 добавить 5% АI за счет горючего.
12	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: тротил, АI - 85/10 уменьшение АI на 5%.
13	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С., гексоген, ТЭН - 80/10/10 увеличение ТЭНа на 5% за счет окислителя.
14	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: Тротил и АС - 30/70 увеличение АС на 10%.
15	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С. и тетрил, АI - 70/20/10 уменьшение АI на 5% за счет горючего.
16	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С., нитроглицерин, АI - 80/10/10 уменьшение АI на 5% за счет окислителя.
17	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С. и тротил - 82/12 уменьшение окислителя на 30%.
18	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С., тротил, гексоген, АI - 66/5/24/5 изменение состава на 72/5/15/8.
19	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С., карбамид, ТНТ - 80/10/10 - добавить АI 5% за счет ТНТ.
20	Определение взрывчатых характеристик ВВ по заданным компонентам: А.С., нитроглицерин, гексоген - 70/10/20 - добавить АI 10% за счет нитроглицерина.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы текущего контроля успеваемости*

Раздел 1. Теоретические основы процесса горения

1. Понятие горения, тления, взрыва. Воспламенение, вспышка. Пламя, фронт пламени.
2. Виды и режимы горения.
3. Продукты горения.
4. Основные классификации пожароопасных веществ.
5. Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов.
6. Тепловая теория воспламенения.
7. Цепная теория воспламенения.
8. Влияние температуры самовоспламенения от параметров горючей смеси.
9. Условия прекращения горения.
10. Механизм флегматизации и ингибирования горючих смесей.

Раздел 2. Теоретические основы процесса взрыва

1. Классификации промышленных взрывчатых веществ.
2. Начальный импульс и чувствительность взрывчатых веществ.
3. Механизм детонации ВВ.
4. Критический диаметр и критическая плотность ВВ.
5. Бризантное и фугасное действие взрыва.
6. Технологические свойства ВВ.
7. Основные компоненты промышленных ВВ
8. Простейшие аммиачно-селитренные ВВ.
9. Гранулированные ВВ.
10. Порошкообразные ВВ.
11. Общее представление об эмульсионных ВВ.

Раздел 3. Взрывы пылевоздушных смесей

1. Основы теории взрыва пылегазовых смесей.
2. Марки предохранительных ВВ.

6.2. *Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации(экзамена)*

6.2.1. *Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену(по дисциплине):*

1. Дать определение понятию «Горение».
2. Дать определение понятию «Тлением».
3. Перечислить виды и режимы горения.
4. Дать определение понятию «Продукты горения».
5. Перечислить основные продукты горения

6. Пояснить различия между гоючими и трудногорючими веществами.
7. Пояснить различия между гоючими и негорючими веществами.
8. Дать определение понятию «Горючесть».
9. Дать определение понятию «Минимальная энергия зажигания».
10. Дать определение понятию «Минимальное взрывоопасное содержание кислорода».
11. Перечислить виды воспламенения веществ.
12. Раскрыть сущность тепловой теории воспламенения веществ.
13. Раскрыть сущность цепной теории воспламенения веществ.
14. Раскрыть сущность влияния температуры самовоспламенения от параметров горючей смеси.
15. Дать определение понятию «Самовоспламенение».
16. Перечислить условия погасания пламени.
17. Раскрыть понятие и способы тепловой флегматизации.
18. Раскрыть принцип действия веществ, используемых в качестве флегматизаторов.
19. Раскрыть принцип и механизм действия химических ингибиторов
20. Перечислить ингибиторы.
21. Дать определения понятиям «Взрыв» и «Химический взрыв».
22. Дать определение понятию «Взрывчатое вещество».
23. Указать во сколько стадий и как протекает взрыв.
24. Пояснить совокупностью каких факторов является взрыв.
25. Перечислить основные классификации промышленных ВВ
26. Дать определения понятиям «Начальный импульс» и «Чувствительность ВВ».
27. Дать определения понятиям «Сенсибилизатор» и «флегматизатор».
28. Дать определения понятиям «Детонация» и «Ударная волна».
29. Объяснить механизм детонации промышленного ВВ.
30. Дать определения понятиям «Взрывное горение» и «Детонационная волна».
31. Какую температуру вспышки имеют горючие газы?
32. В чем особенность пламегасителей?
33. Какие вещества относятся к пламегасителям?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Горение – это...	<p>1) сложный, быстропротекающий химический процесс, сопровождающийся выделением тепла и света.</p> <p>2) беспламенное горение твердых тел. При тлении процессы имеют низкую интенсивность и свечение красного типа.</p> <p>3) окислительно-восстановительный процесс, сопровождающийся выделением большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени.</p> <p>4) воспламенение смеси воздуха с парами над жидкостью или твердым телом без загорания жидкости или твердого тела.</p>

2	Тление – это...	<p>1) сложный, быстропротекающий химический процесс, сопровождающийся выделением тепла и света.</p> <p>2) беспламенное горение твердых тел. При тлении процессы имеют низкую интенсивность и свечение красного типа.</p> <p>3) окислительно-восстановительный процесс, сопровождающийся выделением большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени.</p> <p>4) воспламенение смеси воздуха с парами над жидкостью или твердым телом без загорания жидкости или твердого тела.</p>
3	Температура самовоспламенения зависит от ...	<p>1) концентрации смеси, объема реакционного сосуда, свойств смеси.</p> <p>2) скорости теплоотвода, концентрации смеси, объема реакционного сосуда, скорости реакции.</p> <p>3) концентрации смеси, объема сосуда, свойств смеси, материала сосуда.</p> <p>4) объема реакционного сосуда, скорости теплоотвода, концентрации смеси.</p>
4	Способность вещества или материала к горению называется ...	<p>1) пожароопасность.</p> <p>2) горючесть.</p> <p>3) огнестойкость.</p> <p>4) возгорание.</p>
5	Детонационная волна – это ...	<p>1) один из видов ударной волны, распространение которой сопровождается тепловыделением благодаря реакциям во фронте волны.</p> <p>2) волна, которая распространяется посредством диффузии активных частиц в соседние зоны и теплопередачи к соседним слоям газа.</p> <p>3) оба ответа верны</p> <p>4) оба ответа не верны</p>
6	Волна горения – это ...	<p>1) один из видов ударной волны, распространение которой сопровождается тепловыделением благодаря реакциям во фронте волны.</p> <p>2) волна, которая распространяется посредством диффузии активных частиц в соседние зоны и теплопередачи к соседним слоям газа.</p> <p>3) оба ответа верны</p> <p>4) оба ответа не верны.</p>
7	Смесь, в которой горючее вещество предварительно равномерно смешано с окислителем, называется ...	<p>1) гетерогенной.</p> <p>2) стехиометрической.</p> <p>3) богатой.</p> <p>4) гомогенной.</p>

8	Смеси стехиометрического состава – это...	<p>1) горючие смеси, воспламенение которых зависит от объема и материала сосуда.</p> <p>2) горючие смеси, воспламенение которых протекает согласно закону Аррениуса.</p> <p>3) горючие смеси, которые по соотношению компонентов горючего и окислителя отвечают уравнению химической реакции.</p> <p>4) самовоспламеняющиеся горючие смеси.</p>
9	По скорости распространения пламени горение подразделяется на ...	<p>1) нормальное, дефлаграционное, детонационное.</p> <p>2) медленное, быстрое, сверхбыстрое.</p> <p>3) дозвуковое, звуковое, сверхзвуковое.</p> <p>4) низкоскоростное, среднескоростное, высокоскоростное.</p>
10	Период индукции самовоспламенения называется ...	<p>1) время, в течение которого в реагирующей системе достигается разогрев от температуры стенки (T_0) до температуры самовоспламенения (T_1).</p> <p>2) время полного сгорания топлива.</p> <p>3) время активной фазы горения.</p> <p>4) время повышения температуры на один градус Цельсия.</p>
11	Как называются вещества, вводимые в состав взрывчатых веществ для повышения его чувствительности?	<p>1) Окислители;</p> <p>2) Сенсibilизаторы;</p> <p>3) Стабилизаторы;</p> <p>4) Флегматизаторы.</p>
12	К какой группе компонент, вводимых в состав взрывчатых веществ, относятся нитроэфир?	<p>1) Окислители;</p> <p>2) Сенсibilизаторы;</p> <p>3) Стабилизаторы;</p> <p>4) Флегматизаторы.</p>
13	Как называется процесс выделения жидкой фазы из твердой многокомпонентной системы взрывчатого вещества?	<p>1) Эксудация;</p> <p>2) Старение;</p> <p>3) Гигроскопичность;</p> <p>4) Химическая стойкость.</p>
14	Как называется необратимое ухудшение взрывчатых свойств взрывчатых веществ при хранении?	<p>1) Эксудация;</p> <p>2) Старение;</p> <p>3) Гигроскопичность;</p> <p>4) Химическая стойкость.</p>
15	Как называется способность промышленных взрывчатых веществ поглощать влагу из окружающей атмосферы?	<p>1) Эксудация;</p> <p>2) Старение;</p> <p>3) Гигроскопичность;</p> <p>4) Водоустойчивость.</p>
16	Как называется свойство, характеризующее скорость разложения взрывчатого вещества при хранении?	<p>1) Эксудация;</p> <p>2) Старение;</p> <p>3) Химическая стойкость;</p> <p>4) Водоустойчивость.</p>
17	Какой процесс изменения свойств взрывчатых веществ существенно повышает опасность обращения с ними?	<p>1) Эксудация;</p> <p>2) Старение;</p> <p>3) Химическая стойкость;</p> <p>4) Водоустойчивость.</p>

18	Роль аммиачной селитры (NH_4NO_3) в составе смесевых ВВ	1) горючее; 2) пламегаситель; 3) сенсibilизатор; 4) окислитель.
19	В состав гранулированных АС –8 входят:	1) аммиачная селитра и тротил; 2) натриевая селитра и тротил; 3) аммиачная селитра и алюминий; 4) аммиачная селитра, минеральное масло, алюминий.
20	Как называется смесь гранулированной аммиачной селитры с гранулированным тротилом или с чешуйчатым тротилом?	1) Аммониты; 2) Граммониты; 3) Игданит; 4) Гранулотол.

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Взрыв – это...	1. сложный, быстропротекающий химический процесс, сопровождающийся выделением тепла и света. 2. беспламенное горение твердых тел. При тлении процессы имеют низкую интенсивность и свечение красного типа. 3. окислительно-восстановительный процесс, сопровождающийся выделением большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени. 4. воспламенение смеси воздуха с парами над жидкостью или твердым телом без загорания жидкости или твердого тела.
2	Температура вспышки – это ...	1. самая низкая температура вещества, при которой над его поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но устойчивого горения не наблюдается. 2. температура, при которой подожженная смесь продолжает гореть после удаления источника воспламенения. 3. температура, до которой нагреваются продукты сгорания. 4. самая низкая температура вещества, при которой возникает его самонагревание.
3	Смесь, в которой горючее вещество предварительно равномерно смешано с окислителем, называется ...	1. гетерогенной. 2. стехиометрической. 3. богатой. 4. гомогенной.
4	Продукты горения находятся ...	1. внутри фронта. 2. впереди фронта. 3. сзади фронта. 4. не образуются.

5	Гигроскопичность – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. способность промышленных ВВ поглощать влагу из окружающей атмосферы. 2. способность порошкообразных веществ терять при хранении сыпучесть и превращаться в прочную сплошную массу. 3. характеризует скорость разложения ВВ при хранении. Если ВВ обладает низкой стабильностью, то в результате хранения больших его количеств может произойти самоускоряющееся разложение и взрыв. 4. способность ВВ сохранять взрывчатые свойства при погружении в воду.
6	Какие существуют концентрационные пределы воспламенения?	<ol style="list-style-type: none"> 1. нижний и верхний. 2. физический и химический. 3. аналитический и экспериментальный. 4. нижний, средний, верхний.
7	Масса навески ВВ при определении фугасности составляет... (г)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,1 2. 1 3. 10 4. 100
8	Фугасность ВВ измеряется в ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. см. 2. см³. 3. м. 4. м³.
9	В качестве окислителя не используется...	<ol style="list-style-type: none"> 1. кислород. 2. азотная кислота. 3. бертолетова соль. 4. азот.
10	Как называется процесс, при котором теплота будет расходоваться на нагрев смеси и рассеиваться в окружающую среду?	<ol style="list-style-type: none"> 1. тепловыделение. 2. теплопоглощение. 3. теплонагрев. 4. теплоотвод.
11	Экссудация – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. качество ВВ, определяющее плотность заряжения зарядной емкости. 2. способность ВВ легко транспортироваться по трубам и шлангам к месту заряжения, свободно высыпаться, хорошо заполнять пространство скважин. 3. необратимое ухудшение взрывчатых свойств ВВ при хранении, вызванное физико-химическими изменениями в веществе в результате внутренних процессов или взаимодействия с внешней средой. 4. процесс выделения жидкой фазы из твердой многокомпонентной системы.
12	К какому из термодинамических процессов относится процесс детонации?	<ol style="list-style-type: none"> 1. изотермическому. 2. изобарическому. 3. адиабатическому. 4. изохорическому.
13	Масса навески ВВ при испытании на чувствительность к удару составляет (г) ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 0,02. 2. 0,03. 3. 0,04. 4. 0,05.

14	Скорость детонации ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. выше скорости звука в 2,5 раза. 2. ниже скорости звука в 3 раза. 3. выше скорости звука. 4. ниже скорости звука в 2 раза.
15	Каталитические добавки ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. увеличивают скорость горения. 2. снижают скорость горения. 3. снижают скорость детонации. 4. останавливают скорость горения.
16	Флегматизирующие добавки ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. не изменяют скорость горения. 2. увеличивают скорость горения. 3. уменьшают скорость горения. 4. переводят процесс в детонацию.
17	Прямая Михельсона это касательная ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. к оси абсцисс. 2. к изобаре. 3. к нижней ветви ударной адиабаты. 4. к точке Жуге.
18	Адиабату продуктов взрыва называют ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. адиабатой Джонсона. 2. адиабатой Седова. 3. адиабатой Питерсона. 4. адиабатой Гюгио.
19	У какого из перечисленных ВВ скорость детонации максимальна?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аммонит №6ЖВ. 2. Аммонит Т-19. 3. Гексоген. 4. Аммонит ПЖВ-20.
20	У какого из перечисленных ВВ скорость детонации минимальна?	<ol style="list-style-type: none"> 1. ТЭН. 2. Аммиачная селитра. 3. Тротил. 4. Гексоген.

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Формула гексогена ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. NH_4NO_3. 2. $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$. 3. $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_8\text{O}_8$. 4. $\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6$.
2	Формула ТЭНа ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. NH_4NO_3. 2. $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$. 3. $\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6$. 4. $\text{C}_5\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_{12}$.
3	Теплота образования СО ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 113,7 кДж/моль. 2. 240,6 кДж/моль. 3. 395,6 кДж/моль. 4. 1666,4 кДж/моль.
4	Резкое увеличение скорости объемных реакций окисления, приводящее к горению, называется ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. передачей детонации. 2. конвективным теплообменом. 3. самовоспламенением. 4. ингибированием.
5	Максимальное содержание горючего в смеси с окислительной средой, при котором возможно распространение пламени на любое расстояние, – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. нижний концентрационный предел. 2. верхний концентрационный предел. 3. среднее значение концентрации. 4. пороговое значение концентрации.

6	Безопасная концентрация метана при ведении взрывных работ не превышает ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1%. 2. 5%. 3. 10%. 4. 12%.
7	Взрывание по углю разрешено ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Граммонитом. 2. Ивзанитом. 3. Аммонитом Т-19. 4. Детонитом М.
8	Какой газ диффундирует по трещинам угольного массива?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Азот. 2. Кислород. 3. Водород. 4. Метан.
9	Электродетонаторы для взрывания в угольных шахтах...	<ol style="list-style-type: none"> 1. покрыты слоем пламегасителя. 2. не содержат первичных инициирующих ВВ. 3. не имеют кумулятивных выемок. 4. с бумажными гильзами.
10	Процесс химического превращения ВВ, протекающий со сверхзвуковой постоянной для данного ВВ и диаметра заряда скоростью, обусловленный прохождением по ВВ ударной волны, называется ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. горением. 2. термическим разложением. 3. взрывом. 4. детонацией.
11	Скорость детонации – ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. постоянная величина. 2. переменная величина. 3. убывающая величина. 4. возрастающая величина.
12	Процессу детонации соответствует ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. сверхзвуковая скорость. 2. конвективный теплообмен. 3. эндотермичность реакции. 4. дозвуковая скорость.
13	Температура взрыва ВВ определяется ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. в зоне ГПВ. 2. на фронте УВ. 3. на фронте ГПВ. 4. в зоне химреакции.
14	В качестве окислителя не используется...	<ol style="list-style-type: none"> 1. кислород. 2. азотная кислота. 3. бертолетова соль. 4. азот.
15	Горючие вещества и материалы, способные воспламеняться от краковременного воздействия источника зажигания с низкой энергией, называются	<ol style="list-style-type: none"> 1. быстровоспламеняющимися. 2. воспламеняющимися. 3. легковоспламеняющимися. 4. легкогорючими.
16	Как классифицируются вещества по способности к горению?	<ol style="list-style-type: none"> 1. материалы, смеси, изделия. 2. горючие, трудногорючие, негорючие. 3. окислители – самовозгорающиеся на воздухе; катализаторы. 4. горючие, негорючие.

17	Какие горючие жидкости относятся к легковоспламеняющимся?	<ol style="list-style-type: none"> 1. имеющие температуру вспышки до 61°C в закрытом тигле включительно. 2. имеющие температуру вспышки до 61°C в открытом тигле включительно. 3. имеющие температуру вспышки до 120°C в закрытом тигле включительно. 4. имеющие температуру вспышки до 120°C в открытом тигле включительно.
18	Критерием для классификации горючих жидкостей является ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. скорость детонации. 2. температура вспышки. 3. температура воспламенения. 4. температура самовоспламенения.
19	Концентрационные пределы воспламенения с повышением температуры смеси ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. расширяются. 2. не изменяются. 3. сужаются. 4. исчезают.
20	Поглощение вещества из газовой смеси или жидкой среды поверхностным слоем твердого тела или жидкости называется...	<ol style="list-style-type: none"> 1. адсорбция. 2. абсорбция. 3. сорбция. 4. хемосорбция.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно

66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации(экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

6.3.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы.

Студент выполняет курсовую работу / курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Кутузов Б.Н., Методы ведения взрывных работ. Часть 1. Разрушение горных пород взрывом: Учебник для вузов / М.: Издательство «Горная книга», 2018, 3-е изд., стр., 476 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/1518/#1>
2. Адамян, В.Л. Теория горения и взрыва : учебное пособие / В.Л. Адамян. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 116 с. — ISBN 978-5-8114-3136-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109508>
2. Эквист, Б.В. Теория горения и взрыва : учебник / Б.В. Эквист. — Москва : МИСИС, 2018. — 180 с. — ISBN 978-5-906953-90-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115286>
4. Керученко, Л.С. Теория горения и взрыва : учебное пособие / Л.С. Керученко, М.С. Чекусов. — Омск : Омский ГАУ, 2018. — 140 с. — ISBN 978-5-89764-709-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105587>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Теория горения и взрыва : учебное пособие / составитель Н.П. Лесникова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 118 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69485>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Должиков В.В., Виноградов Ю.И., Хохлов С.В. Сборник задач по теории горения и взрыва: Учеб. Пособие / В.В. Должиков, Ю.И. Виноградов, С.В. Хохлов; СПб: Инфо-да. СПб, 2021. 110 с.
2. Теория горения и взрыва: Методические указания к курсовой работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. Ю.И. Виноградов, В.В. Должиков, С.В. Хохлов СПб, 2020. 66 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/
3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru/>
4. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru/>
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
9. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>
10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
12. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

13. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопонт»»: <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
18. Электронная версия научно-технического журнала «Горный информационно-аналитический бюллетень»: www.GIAB-online.ru
19. Международный информационный портал горнодобывающей промышленности: www.infomine.com
20. Информационный портал горнодобывающей промышленности РФ: www.russia.infomine.com
21. Специализированный научно-информационный портал «Горное дело»: www.gornoe-delo.ru
22. Глобальная он-лайн библиотека по горному делу и минеральным ресурсам: www.OneMine.org

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Мебель и оснащение: 36 посадочных мест, стол аудиторный - 18 шт., стол преподавательский - 1 шт., стул - 40 шт., трибуна - 1 шт., шкаф преподавателя ArtM -1 шт., видеопрезентер Elmo P-30S - 1 шт., доска интерактивная Polyvision evo 2610A -1 шт., источник бесперебойного питания Powerware 5115 75(i) - 1 шт., коммутатор Kramer VP-201 - 1 шт., компьютер Comprimir - 1 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет», масштабатор Kramer VP-720x1 - 1 шт., микшер-усилитель Dynacord MV 506 -1 шт., монитор ЖК «17» Dell - 2 шт., мультимедиа проектор Mitsubischi XD221-ST -1 шт., пульт управления презентацией Interlink Remote Point Global Presenter - 1 шт., рекордер DVDLGHDR899 - 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP-200xln - 1 шт., устройство светозащитное - 3 шт., крепление SMS Projector - 1 шт., плакаты в рамках -6 шт.

Аудитории для проведения практических занятий.

Мебель лабораторная: Стул – 20 шт., стол – 10 шт., доска магнитно – маркерная – 1 шт., стол преподавателя – 1 шт., доска – 1 шт., Оборудование и приборы: Blaster'sRanger 11 HighSpeed – 1 шт., DataTrapIIVOD / Datarecorder – 1 шт., Blastmate III System – 1 шт. рабочая станция – 1 шт., станок сверлильный «Farm» – 1 шт., весы YF-1260G – 1 шт., дефектоскоп УК-10ПМС – 1 шт., ударно-буровой стенд №1 – 2 шт., прибор «Копер-1» – 1 шт., денситометр Д-3 – 1 шт., прибор ИСМ-190 «Викинг» – 1 шт., хроматограф ХМП-4 – 1 шт., муфельная печь «Тулячка» – 1 шт., взрывные машинки – 4 шт., прибор «Мир-2»– 1 шт., прибор МИИ – 1 шт., контрольно-измерительный прибор – 5 шт., муляжи патронированных эмульсионных взрывчатых веществ – 10 шт., муляжи ЭД, КД, ДШ, неэлектрических систем инициирования, пиротехнических реле, шашек-детонаторов – 20 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером - 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета - 17 шт., мультимедийный проектор - 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа - 1 шт. (системный блок, мониторы - 2 шт.), стол - 18 шт., стул - 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- Операционная система Microsoft Windows XP Professional;
- Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011;
- Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007. Перечень лицензионного программного обеспечения:
- Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011;
- Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010;
- CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»;
- Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1;
- Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО);
- Quantum GIS (свободно распространяемое ПО);
- Python (свободно распространяемое ПО);
- R (свободно распространяемое ПО);
- Rstudio (свободно распространяемое ПО);
- SMath Studio (свободно распространяемое ПО);
- GNU Octave (свободно распространяемое ПО); Scilab (свободно распространяемое ПО).

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012);
- Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010);
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор №Д810(223)-12/17 от 11.12.2017).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 7 Professional (Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования, ГК №959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники», ГК №447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования», ГК№984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования», ГК№671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Договор №1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор №1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования».

2. Microsoft Office 2007 Standard (Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Microsoft Windows XP Professional (Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003, Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003, Microsoft Open License 16396212 от 15.05.2003, Microsoft Open License 16735777 от 22.08.2003, Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009, ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 1200-12/09 от 10.12.09 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения», ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008 «На поставку программного обеспечения».