МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:



Директор института

С.Е. Гавришев

« 31 » января 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Бризантные и фугасные эффекты взрыва

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (специализация) программы Взрывное дело

Уровень высшего образования – специалитет Форма обучения

Очная

Институт Горного дела и транспорта

Кафедра Разработки месторождений полезных ископаемых Курс 2

Семестр 4

Магнитогорск

2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного приказом МОиН РФ от 17.10.2016 г. № 1298.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры разработки место- рождений полезных ископаемых «20» января 2017 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой / С.Е. Гавришев /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транс- порта «31» января 2017 г., протокол № 7.

Председатель /С.Е. Гавришев */*

Рабочая программа составлена: доцент кафедры РМПИ, к.т.н., доцент

/ П.С. Симонов /



Рецензент: заведующий лаборатории ООО «УралГеоПроект»

/ Ар.А. Зубков/

# Лист регистрации изменений и дополнений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел программы | Краткое содержание изменения/дополнения | Дата.  № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
| 1 | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисцип- лины | Протокол №1 от 31.08.17 |  |
| 2 | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисцип- лины | Протокол №3 от 23.10.18 |  |
| 3 | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисцип- лины | Протокол №3 от 11.10.19 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

1. **Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Бризантные и фугасные эффекты взрыва» являются: изучение студентами основ теории ударных волн, горения и детонации; приобретение навы- ков анализа и оценки степени опасности при хранении, транспортировании и применении взрывчатых материалов, а также формирование профессиональных компетенций в соответ- ствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело.

# Задачи изучения дисциплины:

* познакомить студентов с теорией взрыва (детонации); научными и инженерными ос- новами безопасности при хранении, транспортировании, уничтожении, переработке и ис- пользовании взрывчатых материалов, обеспечивающими предупреждение производственно- го травматизма, профессиональных заболеваний, аварий, пожаров и взрывов при обращении с взрывчатыми материалами;
* научить студентов рассчитывать безопасные расстояния при производстве взрывных работ; оценивать степень воздействия негативных эффектов взрывных работ (разлет кусков, ударные взрывные волны, сейсмическое воздействие, ядовитые газы) на людей, здания и со- оружения;
* развить у студентов готовность проводить технико-экономическую оценку проектных решений при использовании технологий связанных с горением и детонацией взрывчатых веществ;

- выработать у студентов способность осуществлять контроль за выполнением требо- ваний промышленной и экологической безопасности при производстве работ со взрывчаты- ми материалами, за соблюдением требований действующих норм, правил и стандартов, нор- мативной, технической и проектно-сметной документации.

# Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки спе- циалиста

Дисциплина «Бризантные и фугасные эффекты взрыва» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения таких дисциплин как «Физика», «Химия», «Химия взрывчатых ве- ществ».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необ- ходимы при освоение дисциплин: «Промышленные взрывчатые материалы», «Технология и безопасность взрывных работ», «Технология взрывных работ при ОГР», «Технология взрыв- ных работ при подземной разработке»

# Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Бризантные и фугасные эффекты взрыва» обу- чающийся должен обладать следующими компетенциями:

|  |  |
| --- | --- |
| Структурный элемент  компетенции | Планируемые результаты обучения |
| **ПСК-7-2**  владением современным ассортиментом, состава, свойств и области применения промыш- ленных взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации, основными физико-техническими и технологически- ми свойствами минерального сырья и вмещающих пород, характеристик состояния пород- ных массивов, объектов строительства и реконструкции. | |

|  |  |
| --- | --- |
| Структурный элемент  компетенции | Планируемые результаты обучения |
| Знать | * уравнения для расчета параметров ударных волн, характер действия   ударных волн на здания и человека; основные закономерности и зави- симости теории детонации взрывчатых веществ;   * научные и инженерные основы безопасности при хранении, транс- портировании, уничтожении, переработке и использовании взрывча- тых материалов; * мероприятия, обеспечивающие предупреждение производственного травматизма, профессиональных заболеваний, аварий, пожаров и взрывов при обращении с взрывчатыми материалами. |
| Уметь | * выявлять физическую сущность явлений и процессов, происходящих   при взрыве и выполнять применительно к ним простые технические расчеты;   * рассчитывать безопасные расстояния при производстве взрывных работ; * оценивать степень воздействия негативных эффектов взрывных ра- бот (разлет кусков, ударные взрывные волны, сейсмическое воздейст- вие, ядовитые газы) на людей, здания и сооружения. |
| Владеть | * методами анализа физических явлений происходящих при взрывча-   тых превращениях взрывчатых веществ;   * научной терминологией в области теории ударных волн и теории де- тонации взрывчатых веществ; * современными методами и приборами научных исследований про- цессов взрывного разрушения горных пород и воздействия на мате- риалы. |

# Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

* контактная работа – 58,1 акад. часов:
  + аудиторная – 54 акад. часов;
  + внеаудиторная – 4,1 акад. часов
* самостоятельная работа – 14,2 акад. часов;
* подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **1. Процессы горения и взрыва.** Поведение взрывчатых веществ. Режимы взрывчатых превращений. Качества режимов взрывчатых превращений. Требования, предъ- являемые к ВВ и составам на их основе. Клас-  сификация ВВ и составов на их основе. Энер- гия взрывного устройства. | 4 | 4 |  | 2/1И | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №1 | ПСК-7-2 |
| **2. Взрыв и взрывные явления.** Основные понятия. Распределение энергии при взрыве. Распространение взрыва. Экзо- термические реакции, тепловые взрывы и ав- тоускоряющиеся процессы в конденсирован- ных средах. Газовые и пылевые взрывы. Ха- рактеристики газового или пылевого взрыва. Идеальные взрывы. Основные особенности  неидеальных взрывов. | 4 | 4 |  | 2/1И | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №1 | ПСК-7-2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **3. Работоспособность (фугасность), бризантность и метательная способ- ность ВВ.**  Экспериментальные и расчетные методы оценки работоспособности (фугасности) ВВ. Методы определения бризантности взрывча- тых веществ. Оценка метательной способности  конденсированных взрывчатых веществ. | 4 | 4 |  | 2/1И | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №1 | ПСК-7-2 |
| **4. Методы определения бризантно- сти взрывчатых веществ.**  Способы теоретической оценки бризантности. Импульс при отражении детонационной волны от стенки. Методика и результаты эксперимен- тальных определений импульсов. Методы экс- периментального определения бризантности  ВВ. | 4 | 2 |  | 1/1И | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №1 | ПСК-7-2 |
| **5. Действие теплового излучения.** Нестационарное развитие огненного шара. Пе- ренос тепловой энергии от огненного шара. Критерий поражения для приемников излуче- ния. | 4 | 2 |  | 1/1И | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про-  граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №1 | ПСК-7-2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **6. Метание тел продуктами детона- ции.**  Определение импульса взрыва при отражении Определение импульса взрыва при отражении детонационной волны от стенки. Определение скорости и законов движения оболочки заряда. Одномерное метание пластин продуктами де- тонации. Высокоскоростное метание компакт- ных металлических частиц. Метание осесим- метричных оболочек продуктами детонации. Пространственные (трехмерные) задачи мета-  ния. | 4 | 2 |  | 1/1И | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №1 | ПСК-7-2 |
| **7. Обработка металлов взрывом.** Упрочнение металлов взрывом. Сварка взры- вом. Взрывное прессование пористых мате- риалов. Штамповка металлов взрывом. Удар-  но-волновой и детонационный синтез сверх- твердых материалов. | 4 | 2 |  | 1/1И | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №2 | ПСК-7-2 |
| **8. Осколочное действие взрыва.**  Образование осколков при взрыве. Эксперимен- тальные наблюдения процесса расширения и раз- рушения металлической оболочки. Модели процес- сов расширения и разрушения оболочек. Основные соотношения при дроблении оболочек. Статистиче- ское распределение осколков. Траектории осколков и условия их соударения с мишенью. Баллистика осколков. Максимальная дальность полета осколка. Критерии для оценки действия осколков. Действие осколков на строения и элементы конструкций.  Действие осколков на человека. | 4 | 2 |  | 1/1И | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №2 | ПСК-7-2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **9. Кумуляция.**  Понятие кумуляции. Кумулятивные заряды. Краткие исторические сведения. Механизм формирования кумулятивной струи. Проник- новение кумулятивной струи в преграду. Тео- рия кумуляции. Движение и разрушение куму- лятивных струй из различных материалов. Расчет функционирования кумулятивных за- рядов. Влияние конструктивных параметров заряда. Влияние условий применения на дей-  ствие кумулятивных зарядов. | 4 | 2 |  | 1 | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №2 | ПСК-7-2 |
| **10. Основные параметры взрывных волн при взрыве конденсированных ВВ в воздухе.**  Исходные положения. Параметры ударных волн при воздушном взрыве. Перепад давле- ния на фронте ударной волны при воздушном взрыве. Интенсивность ударных волн при на- земном и воздушном взрывах Скорость взрыв- ных ударных волн. Импульсные характеристи- ки взрывных волн. Волновые возмущения в однородной атмосфере на большом удалении от центра взрыва. Волновые возмущения в не- однородной атмосфере. Размеры облака про- дуктов детонации. Догорание продуктов дето- нации. Ударные волны от несферических заря-  дов. Оценка параметров взрыва. | 4 | 2 |  | 1 | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №2 | ПСК-7-2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **11. Нагрузки создаваемые взрыв- ными волнами.**  Закон подобия при взрывах. Тротиловый экви- валент заряда. Факторы, определяющие раз- рушающее действие ударных волн. Действие ударных волн на здания. Действие ударных  волн на человека. | 4 | 2 |  | 1 | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №2 | ПСК-7-2 |
| **12. Критерии фугасного поражения.** Взаимодействие взрывных волн с мишенями. Динамический отклик мишеней на взрывные нагрузки. Критические уровни избыточного давления. Метод диаграмм давление – им- пульс. Вторичные явления. Влияние располо- жения биообъекта на поражение ударной вол- ной. Воздействие ударной волны на человека. Экспертные оценки фугасного поражения. Прогнозирование воздействия на биообъекты ударной волны при взрывных работах. Оценка критических параметров волны для оконных  стекол. Обеспечение безопасности при взрыв- ных работах. | 4 | 2 |  | 1 | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №2 | ПСК-7-2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **13. Простейшие способы снижения взрывных нагрузок.**  Контактное размещение зарядов в защитной оболочке. Бесконтактное размещение зарядов в защитной оболочке. Вакуумирование газовой среды вокруг заряда. Ослабление ударных волн сосредоточенными перфорированными перегородками. Ослабление ударных волн рас- средоточенными насадками из гранулирован-  ных материалов. | 4 | 2 |  | 1 | 1 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №2 | ПСК-7-2 |
| **14. Применение пористых экранов и наполнителей для защиты от взрывных нагрузок.**  Влияние пористого экрана на взрывные на- грузки. Защита от взрывных нагрузок с помо- щью пористого экрана. Распространение удар- ных волн в пористых экранах. Эффективность гашения взрывной нагрузки пористыми экра- нами. Оптимизация слоистых пористых экра- нов. Рекомендации при выборе слоистого эк- рана. Защита человека от взрывных нагрузок  специальным снаряжением с использованием пористых сред. | 4 | 2 |  | 1 | 0,6 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №2 | ПСК-7-2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **15. Эффекты подавления ударных волн двухфазными средами.**  Связь параметров взрывных волн и начальных условий окружающей среды. Изменение пара- метров взрывных нагрузок двухфазной средой. Регулирование параметров взрывных волн при детонации зарядов в различных средах. Зату- хание слабых ударных волн, генерируемых при взрыве зарядов ВВ, помещенных в газосо- держащие оболочки. Основные направления  создания взрывозащитных средств. | 4 | 2 |  | 1 | 0,6 | Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Проверка индивидуаль- ных заданий.  Контрольная работа №2 | ПСК-7-2 |
| **Итого по курсу** |  | **36** |  | **18/8И** | **14,2** |  | Экзамен |  |

# Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Бризантные и фугасные эффекты взрыва» при- меняются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представле- ний по курсу «Теория детонации взрывчатых веществ» происходит с использованием муль- тимедийного оборудования (проектор, интерактивная доска).

Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы- дискуссия.

При проведении практических занятий используются традиционный семинар, семинар- обсуждение докладов, семинар-дискуссия.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: контрольные ра- боты студентов, выступление на семинаре, творческие задания (написание рефератов по за- ранее обозначенным темам).

# Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов в ходе аудиторных занятий осуществляется под контролем преподавателя в виде экспресс-опроса, обсуждения докладов и дискуссий.

Самостоятельная работа студентов в ходе аудиторных занятий осуществляется под контролем преподавателя в виде экспресс-опроса, обсуждения докладов и дискуссий.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с про- работкой материала и выполнения реферата с консультациями у преподавателя.

***На практических (лабораторных) занятиях*** студенты должны быть готовы делать корот- кие сообщения по теме семинара и участвовать в обсуждениях, решают задачи предложен- ные преподавателем, выполняют лабораторные работы и представляют результаты расчетов на проверку.

План практических (лабораторных) занятий и список необходимой литературы выдается сту- дентам заранее – на первом занятии.

***Практическая (лабораторная) работа №1.* Процессы горения и взрыва.**

План:

Поведение взрывчатых веществ. Режимы взрывчатых превращений. Качества режимов взрывчатых превращений. Требования, предъявляемые к ВВ и составам на их основе. Клас- сификация ВВ и составов на их основе. Энергия взрывного устройства.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. С. 1-18.
2. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М., 1959. С. 9-21.
3. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М.: Оборонгиз, 1960. С. 3-37.

***Практическая (лабораторная) работа №2.* Взрыв и взрывные явления.**

План:

Основные понятия. Распределение энергии при взрыве. Распространение взрыва. Экзотерми- ческие реакции, тепловые взрывы и автоускоряющиеся процессы в конденсированных сре- дах. Газовые и пылевые взрывы. Характеристики газового или пылевого взрыва. Идеальные взрывы. Основные особенности неидеальных взрывов.

Перечень рекомендуемой литературы:

Гельфанд Б.Е., Сильников М.В. Фугасные эффекты взрывов. – СПб.: ООО «Издательство

«Полигон», 2002. С. 3-31.

***Практическая (лабораторная) работа №3.* Работоспособность (фугасность), бризант- ность и метательная способность ВВ.**

План:

Экспериментальные и расчетные методы оценки работоспособности (фугасности) ВВ. Мето- ды определения бризантности взрывчатых веществ. Оценка метательной способности кон- денсированных взрывчатых веществ.

Перечень рекомендуемой литературы:

Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. С. 397-421.

***Практическая (лабораторная) работа №4.* Методы определения бризантности взрыв- чатых веществ.**

План:

Способы теоретической оценки бризантности. Импульс при отражении детонационной вол- ны от стенки. Методика и результаты экспериментальных определений импульсов. Методы экспериментального определения бризантности ВВ.

Перечень рекомендуемой литературы:

Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М., 1959. С. 429-452.

***Практическая (лабораторная) работа №5.* Действие теплового излучения.**

План:

Нестационарное развитие огненного шара. Перенос тепловой энергии от огненного шара. Критерий поражения для приемников излучения.

Перечень рекомендуемой литературы:

Взрывные явления. Оценка и последствия. Кн. 2. / Бейкер У., Кокс П., Уэстайн П. и др.; Под ред. Я.Б. Зельдовича, Б.Е. Гельфанда. – М.: Мир, 1986. С. 135-166 с.

***Практическая (лабораторная) работа №6.* Метание тел продуктами детонации.**

План:

Определение импульса взрыва при отражении детонационной волны от стенки. Определение скорости и законов движения оболочки заряда. Одномерное метание пластин продуктами де- тонации. Высокоскоростное метание компактных металлических частиц. Метание осесим- метричных оболочек продуктами детонации. Пространственные (трехмерные) задачи мета- ния.

Перечень рекомендуемой литературы:

Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.2. С. 1-61.

***Практическая (лабораторная) работа №7.* Обработка металлов взрывом.**

План:

Упрочнение металлов взрывом. Сварка взрывом. Взрывное прессование пористых материа- лов. Штамповка металлов взрывом. Ударно-волновой и детонационный синтез сверхтвердых материалов.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.2. С. 536-582.
2. Обработка металлов взрывом. / А.В. Крупин, В.Я. Соловьев, Г.С. Попов, М.Р. Кръстев. –

М.: Металлургия, 1991. – 496 с.

***Практическая (лабораторная) работа №8.* Осколочное действие взрыва.**

План:

Образование осколков при взрыве. Экспериментальные наблюдения процесса расширения и разрушения металлической оболочки. Модели процессов расширения и разрушения оболо- чек. Основные соотношения при дроблении оболочек. Статистическое распределение оскол- ков. Траектории осколков и условия их соударения с мишенью. Баллистика осколков. Мак-

симальная дальность полета осколка. Критерии для оценки действия осколков. Действие ос- колков на строения и элементы конструкций. Действие осколков на человека.

Перечень рекомендуемой литературы:

Взрывные явления. Оценка и последствия. Кн. 2. / Бейкер У., Кокс П., Уэстайн П. и др.; Под ред. Я.Б. Зельдовича, Б.Е. Гельфанда. – М.: Мир, 1986. С. 82-134 с.

***Практическая (лабораторная) работа №9.* Кумуляция.**

План:

Понятие кумуляции. Кумулятивные заряды. Краткие исторические сведения. Механизм формирования кумулятивной струи. Проникновение кумулятивной струи в преграду. Теория кумуляции. Движение и разрушение кумулятивных струй из различных материалов. Расчет функционирования кумулятивных зарядов. Влияние конструктивных параметров заряда. Влияние условий применения на действие кумулятивных зарядов.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.2. С. 193-350.
2. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара. – М.: Физматлит, 2006. С. 251-274.
3. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М.: Оборонгиз, 1960. С. 481-490.

***Практическая (лабораторная) работа №10.* Основные параметры взрывных волн при взрыве конденсированных ВВ в воздухе.**

План:

Исходные положения. Параметры ударных волн при воздушном взрыве. Перепад давления на фронте ударной волны при воздушном взрыве. Интенсивность ударных волн при назем- ном и воздушном взрывах Скорость взрывных ударных волн. Импульсные характеристики взрывных волн. Волновые возмущения в однородной атмосфере на большом удалении от центра взрыва. Волновые возмущения в неоднородной атмосфере. Размеры облака продук- тов детонации. Догорание продуктов детонации. Ударные волны от несферических зарядов. Оценка параметров взрыва.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Гельфанд Б.Е., Сильников М.В. Фугасные эффекты взрывов. – СПб.: ООО «Издательство

«Полигон», 2002. С. 32-86.

1. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. С. 51-76.
2. Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М., 1959. С. 182-224.
3. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара. – М.: Физматлит, 2006. С. 77-127.
4. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М.: Оборонгиз, 1960. С. 338-349.

***Практическая (лабораторная) работа №11.* Нагрузки создаваемые взрывными волна- ми.**

План:

Закон подобия при взрывах. Тротиловый эквивалент заряда. Факторы, определяющие разру- шающее действие ударных волн. Действие ударных волн на здания. Действие ударных волн на человека.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Физика взрыва: в 2 кн. / под рук. Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. С. 589-612.
2. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ. - М.: Оборонгиз, 1960. С. 349-367; 445-489.

***Практическая (лабораторная) работа №12.* Критерии фугасного поражения.**

План:

Взаимодействие взрывных волн с мишенями. Динамический отклик мишеней на взрывные нагрузки. Критические уровни избыточного давления. Метод диаграмм давление – импульс. Вторичные явления. Влияние расположения биообъекта на поражение ударной волной. Воз-

действие ударной волны на человека. Экспертные оценки фугасного поражения. Прогнози- рование воздействия на биообъекты ударной волны при взрывных работах. Оценка критиче- ских параметров волны для оконных стекол. Обеспечение безопасности при взрывных рабо- тах.

Перечень рекомендуемой литературы:

Гельфанд Б.Е., Сильников М.В. Фугасные эффекты взрывов. – СПб.: ООО «Издательство

«Полигон», 2002. С. 87-139.

***Практическая (лабораторная) работа №13.* Простейшие способы снижения взрывных нагрузок.**

План:

Контактное размещение зарядов в защитной оболочке. Бесконтактное размещение зарядов в защитной оболочке. Вакуумирование газовой среды вокруг заряда. Ослабление ударных волн сосредоточенными перфорированными перегородками. Ослабление ударных волн рас- средоточенными насадками из гранулированных материалов.

Перечень рекомендуемой литературы:

Гельфанд Б.Е., Сильников М.В. Фугасные эффекты взрывов. – СПб.: ООО «Издательство

«Полигон», 2002. С. 140-159.

***Практическая (лабораторная) работа №14.* Применение пористых экранов и наполни- телей для защиты от взрывных нагрузок.**

План:

Влияние пористого экрана на взрывные нагрузки. Защита от взрывных нагрузок с помощью пористого экрана. Распространение ударных волн в пористых экранах. Эффективность гаше- ния взрывной нагрузки пористыми экранами. Оптимизация слоистых пористых экранов. Ре- комендации при выборе слоистого экрана. Защита человека от взрывных нагрузок специаль- ным снаряжением с использованием пористых сред.

Перечень рекомендуемой литературы:

Гельфанд Б.Е., Сильников М.В. Фугасные эффекты взрывов. – СПб.: ООО «Издательство

«Полигон», 2002. С. 160-191.

***Практическая (лабораторная) работа №15.* Эффекты подавления ударных волн двухфазными средами.**

План:

Связь параметров взрывных волн и начальных условий окружающей среды. Изменение па- раметров взрывных нагрузок двухфазной средой. Регулирование параметров взрывных волн при детонации зарядов в различных средах. Затухание слабых ударных волн, генерируемых при взрыве зарядов ВВ, помещенных в газосодержащие оболочки. Основные направления создания взрывозащитных средств.

Перечень рекомендуемой литературы:

Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М., 1959. С. 192-263.

# 7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
| **ПСК-7-2**  владением современным ассортиментом, состава, свойств и области применения промышленных взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации, основными физико-техническими и технологическими свойствами минерального сырья и вмещающих пород,  характеристик состояния породных массивов, объектов строительства и реконструкции. | | |
| Знать | * уравнения для расчета параметров ударных волн, характер действия ударных волн на зда- ния и человека; основные закономерности и за- висимости теории детонации взрывчатых ве- ществ; * научные и инженерные основы безопасности при хранении, транспортировании, уничтоже- нии, переработке и использовании взрывчатых материалов; * мероприятия, обеспечивающие предупрежде- ние производственного травматизма, профес- сиональных заболеваний, аварий, пожаров и взрывов при обращении с взрывчатыми мате- риалами. | **Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену.**   1. Режимы взрывчатых превращений. 2. Классификация ВВ и составов на их основе. 3. Распространение взрыва. 4. Газовые и пылевые взрывы. 5. Экспериментальные и расчетные методы оценки работоспособности (фугасности) ВВ. 6. Методы определения бризантности взрывчатых веществ. 7. Оценка метательной способности конденсированных взрывчатых веществ. 8. Действие теплового излучения. 9. Метание тел продуктами детонации. 10. Упрочнение металлов взрывом. 11. Сварка взрывом. 12. Взрывное прессование пористых материалов. 13. Штамповка металлов взрывом. 14. Ударно-волновой и детонационный синтез сверхтвердых материалов. 15. Осколочное действие взрыва. 16. Баллистика осколков. 17. Механизм формирования кумулятивной струи. 18. Движение и разрушение кумулятивных струй из различных материалов. 19. Параметры ударных волн при воздушном взрыве. 20. Интенсивность ударных волн при наземном и воздушном взрывах. 21. Размеры облака продуктов детонации. 22. Закон подобия при взрывах. Тротиловый эквивалент заряда. 23. Факторы, определяющие разрушающее действие ударных волн. 24. Действие ударных волн на здания. 25. Действие ударных волн на человека. 26. Критерии фугасного поражения. 27. Метод диаграмм давление – импульс. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 1. Простейшие способы снижения взрывных нагрузок. 2. Применение пористых экранов и наполнителей для защиты от взрывных нагрузок. 3. Эффекты подавления ударных волн двухфазными средами. |
| Уметь | * выявлять физическую сущность явлений и процессов, происходящих при взрыве и выпол- нять применительно к ним простые техниче- ские расчеты; * рассчитывать безопасные расстояния при производстве взрывных работ; * оценивать степень воздействия негативных эффектов взрывных работ (разлет кусков, ударные взрывные волны, сейсмическое воз- действие, ядовитые газы) на людей, здания и сооружения. | **Примеры задач к контрольной работе №1 (практические задания для экзамена).**   1. Построить диаграмму p1/p0 – 1/0 для изоэнтропы (адиабата Пуассона) и адиабаты Гюгонио при k=1,4 (такое значение k имеет воздух при умеренных сжатиях). Расчетные значения для графиков пред- ставить в таблице. 2. Определить параметры ударной волны при p0=1 атм, 0=1,25 г/дм3, Т0=288 К, k=1,4 если p1=2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30 атм. Результаты вычислений представить в виде таблицы. По- строить график в координатах p, .   Используя основные уравнения ударных волн определить параметры ударной волны при p0=1 атм,  0=1,25 г/дм3, Т0=288 К, k=1,4 если p1=2 атм.   1. Определить тротиловый эквивалент заряда гексогена массой 0,5 кг, удельная теплота взрыва которо- го Q=1300 ккал/кг. 2. При взрыве 1 кг тротила (удельная теплота взрыва которого Q тнт =1000 ккал/кг) на расстоянии R1 =1   м от него регистрируется ударная волна с избыточным давлением p =1,05 МПа (10,5 атм). На каком расстоянии R 2 будет иметь место то же самое избыточное давление при взрыве 0,5 кг гексогена  (удельная теплота взрыва которого Q=1300 ккал/кг).   1. Определить избыточные давления для поверхностной и воздушной ударной волны по формулам М.А. Садовского при приведенных расстояниях R =115. Результаты расчетов представить в виде таб- лицы. Построить графики pпов( R ) и pвозд( R ). 2. Пусть заряд гексогена массой 2,5 т взрывается на поверхности земли; требуется определить давление   на фронте волны на расстоянии R=50 м. Принять теплоту взрыва гексогена равной 1300 ккал/кг.   1. На поверхности земли взрывается заряд аммонита общим весом 10 т, или 104 кг; теплота взрыва ам- монита равна теплоте взрыва тротила. Требуется определить, на каком расстоянии от центра взрыва избыточное давление будет равным 0,025 МПа. 2. На почве подземной горной выработки сечением в свету 10 м2 взорван заряд скального аммонита №1 массой 0,3 кг. Выработка закреплена металлическими арками на расстоянии 1,5 м друг от друга с за- тяжкой боков и кровли железобетонными плитами. На расстоянии 10 м от места взрыва расположен ходовой восстающий. Какое влияние окажет взрыв на крепь выработки и оборудование восстающего, если допустимое давление на фронте воздушной ударной волны для арочной крепи равно 150 кПа, а для восстающего – 80 кПа. Теплоту взрыва скального аммонита №1 принять согласно ГОСТ 21985-76   равной 5409 кДж/кг. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
| Владеть | * методами анализа физических явлений проис- ходящих при взрывчатых превращениях взрывчатых веществ; * научной терминологией в области теории ударных волн и теории детонации взрывчатых веществ; * современными методами и приборами науч- ных исследований процессов взрывного разру- шения горных пород и воздействия на материа- лы | **Примеры задач к контрольной работе №2 (практические задания для экзамена).**   1. На высоте h=(10+2N) м от поверхности земли взрывается заряд ВВ массой М=(100+10N) кг, где N – ваш порядковый номер в журнале. Требуется определить избыточное давление при отражении удар- ной волны от поверхности земли. 2. На высоте h=(1000+100N) м от поверхности земли взрывается заряд ВВ. Тротиловый эквивалент взрыва Мэкв=(20+10N) кт, где N – ваш порядковый номер в журнале.   Определить тротиловый эквивалент накладного заряда ВВ, если после взрыва обнаружено разрушение остекления в радиусе 220 м от места взрыва. Стекло размером 23 м, толщиной h=5 мм.   1. Масса накладного заряда аммонита 6ЖВ М=1 т. Определить радиусы зон разрушения при взрыве данного заряда. 2. Масса накладного заряда аммонита 6ЖВ М=1 кг. Определить радиусы зон опасных для человека. 3. Построить зависимость вероятности повреждения барабанных перепонок человека W от избыточно- го давления в волне p на интервале от 35 до 300 кПа. 4. Рассчитать скорость детонации газовой смеси водорода и кислорода протекающей по реакции 2H2 + O2 = 2H2O + 572 кДж. 5. Рассчитать скорость детонации газовой смеси водорода и кислорода c учетом процессов диссоциа- ции продуктов взрыва протекающей по реакции   2H2 + O2 = 1,54H2O + 0,23O2 + 0,33H2 + 0,26H + 315 кДж. |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Изучение дисциплины «Бризантные и фугасные эффекты взрыва» завершается сдачей экзамена. Экзамен является формой итогового контроля знаний и умений, полученных на лекциях, семинарских, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы.

В период подготовки к экзамену студенты вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только скрепляют полученные знания, но и получают новые. Подготовка студента к экзамену включает в себя три этапа:

* самостоятельная работа в течение семестра;
* непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
* подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах.

Литература для подготовки к экзамену рекомендуется преподавателем либо указана в учебно-методическом комплексе. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников. Студент вправе сам придерживаться любой из представ- ленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной ар- гументации.

Основным источником подготовки к экзамену является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к экзамену студентам необходимо обращать внимание не только на уровень запо- минания, но и на степень понимания излагаемых проблем.

Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал. По окончании ответа экзаменатор может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. На подготовку к ответу по вопросам билета студенту дается 30 минут с момента получения им би- лета. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое от- ношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам взрывного дела.

*Критерии оценки:*

* на оценку «отлично» – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент, представляет все- стороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлич- но" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, про- явившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.;
* на оценку «хорошо» – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент представляет полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной дея- тельности;
* на оценку «удовлетворительно» – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент, пред- ставляет знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специ- альности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при вы- полнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;
* на оценку «неудовлетворительно» – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизве- дения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, т.е. у студента, обнаруживаются пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, достигнуты принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных про- граммой заданий.

# Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины а) Основная литература:

* 1. Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ. Конспект лекций [Текст]: учеб. по- собие / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носо- ва, 2017. – 170 с. ISBN 978-5-9967-0904-5.
  2. Орленко, Л.П. Физика взрыва и удара [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.П. Ор- ленко. – 3-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 408 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/book/105009.](http://e.lanbook.com/book/105009) – Заглавие с экрана. ISBN 978-5-9221-1715-9.
  3. Эквист, Б.В. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс]: учебник / Б.В. Эквист. – М.: МИСИС, 2018. – 180 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/book/115286.](http://e.lanbook.com/book/115286) – Заглавие с экра- на. ISBN 978-5-906953-90-2.

# б) Дополнительная литература:

1. Орленко, Л. П. Физика взрыва и удара [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов

/ Л. П. Орленко. - 2-е изд., испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 304 с. - ISBN 978-5-9221-0891-1.

- Режим доступа: [http://znanium.com/catalog/product/544690.](http://znanium.com/catalog/product/544690) – Заглавие с экрана.

1. Даниленко, В.В. Взрыв: физика, техника, технология [Текст] / В.В. Даниленко. – М.: Энер- гоатомиздат, 2010. – 784 с.: ил. ISBN 978-5-283-00857-8.
2. Орленко, Л.П. Физика взрыва и удара [Текст]: уч. пос для вузов / Л.П. Орленко. – М.: Физ- матлит, 2006. – 304 с. ISBN 5-9221-0638-4.
3. Физика взрыва [Текст]: в 2 т. Т.1 / [С.Г. Андреев, А.В. Бабкин, Ф.А. Баум и др.]; под ред. Л.П. Орленко. –3-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2004. – 832 с. ISBN 5-9221-0219-2.
4. Физика взрыва [Текст]: в 2 т. Т.2 / [С.Г. Андреев, А.В. Бабкин, Ф.А. Баум и др.]; под ред. Л.П. Орленко. –3-е изд., перераб. и доп. – М.: Физматлит, 2002.– 656 с. ISBN 5-9221-0220-6.
5. Физика взрыва и удара [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лаборатор- ных работ / А.В. Бабкин, Д.В. Гелин, С.В. Ладов и др.; под ред. Л.П. Орленко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 75, [1] c.: ил. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=52479.](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52479) – Заглавие с экрана.
6. Андреев, К.К. Теория взрывчатых веществ [Текст]: учеб. для вузов / К.К. Андреев, А.Ф. Беляев. – М.: Оборонгиз, 1960. – 595 с.
7. Баум, Ф.А. Физика взрыва [Текст] / Ф.А. Баум, К.П. Станюкович, Б.И. Шехтер. – М.: Госу- дарственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 800 с.
8. Варнатц, Ю. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ [Текст] / Ю. Варнатц, У. Маас, Р. Диббл; пер. с англ. Г.Л. Агафонова; под ред. П.А. Власова. – М.: Физматлит, 2003. – 352 с.: ил. ISBN 5-9221- 0438-1.
9. Дубнов, Л.В. Промышленные взрывчатые вещества [Текст] / Л.В. Дубнов, Н.С. Бахаре- вич, А.И. Романов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 358 с.: ил. ISBN 5-247- 00285-7.
10. Светлов, Б.Я. Теория и свойства промышленных взрывчатых веществ [Текст] / Б.Я. Свет- лов, Н.Е. Яременко. – М.: Недра, 1973. – 208 с.
11. Кедринский, В.К. Гидродинамика взрыва: эксперимент и модели [Текст] / В.К. Кедрин- ский. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2000. – 435 с. ISBN 5-7692-0022-7.
12. Кук, М.А. Наука о промышленных ВВ [Текст] / М.А. Кук; пер. с англ. под ред. Г.П. Де- мидюка и Н.С. Бахаревич. – М.: Недра, 1980. – 453 с. – Пер. изд.: США, 1974.
13. Зельдович, Я.Б. Теория горения и детонации газов [Текст] / Я.Б. Зельдович. – М.: Изд-во АН СССР, 1944. – 70 с.
14. Гельфанд, Б.Е. Фугасные эффекты взрывов [Текст] / Б.Е. Гельфанд, М.В. Сильников. –

СПб.: ООО «Издательство «Полигон», 2002. – 272 с.: ил. ISBN 5-89173-221-1.

1. Взрывные явления. Оценка и последствия [Текст]: в 2-х кн. Кн. 1. / У. Бейкер, П. Кокс, П. Уэстайн и др. пер с англ.; под ред. Я.Б. Зельдовича, Б.Е. Гельфанда. – М.: Мир, 1986. – 319 с.: ил.
2. Взрывные явления. Оценка и последствия [Текст]: в 2-х кн. Кн. 2. / У. Бейкер, П. Кокс, П. Уэстайн и др. пер с англ.; под ред. Я.Б. Зельдовича, Б.Е. Гельфанда.– М.: Мир, 1986. – 384 с.: ил.
3. Обработка металлов взрывом [Текст] / А.В. Крупин, В.Я. Соловьев, Г.С. Попов и др. –

М.: Металлургия, 1991. – 496 с. ISBN 5-229-00098-8.

1. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.1. Разрушение горных пород взры- вом. [Текст]: учеб. для вузов / Б.Н. Кутузов. – 2-е изд., стер. – М.: Издательство «Горная кни- га», «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного университе- та, 2009. – 471 с.: ил. ISBN 978-5-98672-145-3 (в пер.), 978-5-7418-0590-9.
2. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.2. Взрывные работы в горном деле и промышленности [Текст]: учеб. для вузов / Б.Н. Кутузов – М.: Издательство «Горная книга»,

«Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного университета, 2008. – 512 с.: ил. ISBN 978-5-98672-070-8, 978-5-91003-023-1, 978-5-7418-0488-9.

1. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.2. Взрывные работы в горном деле и промышленности [Электронный ресурс]: учеб. для вузов / Б.Н. Кутузов – М.: Издательство

«Горная книга», «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного университета, 2008. – 512 с.: ил. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=1518.](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1518) – Заглавие с экрана ISBN 978-5-98672- 197-2 (в пер).

1. Технология взрывных работ [Текст]: учеб. пособие / В.Г. Мартынов, В.И. Комащенко, В.А. Белин и др.; под ред. В.Г. Мартынова. – М.: Студент, 2011. -439 с.: ил. ISBN 978-5-4363- 0005-4.

# в ) Методические указания:

1. Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: методические указания по выполнению контрольных заданий / П.С. Симонов. – Магнитогорск: МГТУ, 2009. – 20 с.
2. Симонов, П.С. Теория горения и взрыва [Текст]: методические указания к выполнению практических работ / П.С. Симонов – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – 42 с.
3. Симонов, П.С. Теория горения и взрыва [Текст]: методические указания к выполнению практических работ / П.С. Симонов – Магнитогорск: ГОУ ВПО "МГТУ им. Г.И. Носова", 2005. – 39 с.
4. Симонов, П.С. Основные законы термодинамики сплошных сред. Определение давления горения взрывчатых веществ [Текст]: методические указания к практической работе / П.С. Симонов – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 18 с.
5. Симонов, П.С. Анализ основных характеристик ударных волн [Текст]: методические ука- зания к практической работе / П.С. Симонов – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 20 с.
6. Симонов, П.С. Термодинамические параметры среды до и после скачка на фронте ударной волны. Сравнение ударной адиабаты и изоэнтропы [Текст]: методические указания к практи- ческой работе / П.С. Симонов – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 20 с.
7. Симонов, П.С. Законы формирования и распространения ударных воздушных волн при взрыве промышленных зарядов взрывчатых веществ на дневной поверхности и в подземных выработках [Текст]: методические указания к практической работе / П.С. Симонов – Магни- тогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 19 с.

# г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
| MS Windows 7 | Д-1227 от 08.10.2018  Д-757-17 от 27.06.2017  Д-593-16 от 20.05.2016  Д-1421-15 от 13.07.2015 | 11.10.2021  27.07.2018  20.05.2017  13.07.2016 |
| Microsoft Windows 10 | Д-1227 от 8.10.2018  Д-757-17 от 27.06.2017  Д-593-16 от 20.05.2016  Д-1421-15 от 13.07.2015 | 11.10.2021  27.07.2018  20.05.2017  13.07.2016 |
| MS Office 2007 | № 135 от 17.09.2007 | Бессрочно |
| Mathcad Education - University  Edition (200 pack) | Д-1662-13 от 22.11.2013 | Бессрочно |
| КОМПАС 3D V16 на (100  одновременно работающих мест) | Д-261-17 от 16.03.2017 | Бессрочно |
| Autodesk AcademicEdition  Master Suite Autocad 2011 | К-526-11 от22.11.2011 | Бессрочно |
| KasperskyEndpoindSecurityдля бизнеса-Стандартный | Д-300-18 от 21.03.2018  Д-1347-17 от 20.12.2017  Д-1481-16 от 25.11.2016  Д-2026-15 от 11.12.2015 | 28.01.2020  21.03.2018  25.12.2017  11.12.2016 |
| 7Zip | Свободно распространяе-  мое | Бессрочно |

1. Российская Государственная библиотека URL:[http://www.rsl.ru/.](http://www.rsl.ru/)
2. Российская национальная библиотека URL: [http://www.nlr.ru/.](http://www.nlr.ru/)
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России

URL: [http://www.gpntb.ru/.](http://www.gpntb.ru/)

1. Public.Ru - публичная интернет-библиотека URL:[http://www.public.ru/.](http://www.public.ru/)
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» URL: [http://e.lanbook.com/.](http://e.lanbook.com/)
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru URL: [http://elibrary.ru/.](http://elibrary.ru/)
4. Межведомственная комиссия по взрывному делу при Академии горных наук

URL: [http://mvkmine.ru/.](http://mvkmine.ru/)

1. "Взрывное дело"– научно-технический сборник URL: [http://sbornikvd.ru/.](http://sbornikvd.ru/)
2. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) ГИАБ

URL: [http://www.giab-online.ru/.](http://www.giab-online.ru/)

1. Журнал «Физика горения и взрыва» URL: [http://www.sibran.ru/journals/FGV/.](http://www.sibran.ru/journals/FGV/)
2. Журнал «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых» URL: [http://www.misd.ru/publishing/jms/.](http://www.misd.ru/publishing/jms/)
3. Научно-технический журнал «Известия высших учебных заведений. Горный журнал» URL: [http://mj.ursmu.ru/.](http://mj.ursmu.ru/)
4. Горный журнал. Издательский дом «Руда и Металлы» URL: [http://www.rudmet.ru/catalog/journals/1/.](http://www.rudmet.ru/catalog/journals/1/)

# Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

|  |  |
| --- | --- |
| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
| Учебные аудитории для проведе-  ния занятий лекционного типа | Мультимедийные средства хранения, передачи и пред-  ставления информации |
| Учебные аудитории для проведе- ния практических занятий, груп- повых и индивидуальных кон- сультаций, текущего контроля и  промежуточной аттестации | Мультимедийные средства хранения, передачи и пред- ставления информации.  Комплекс тестовых заданий для проведения промежу- точных и рубежных контролей. |
| Помещения для самостоятельной работы обучающихся: компью-  терные классы; читальные залы библиотеки | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Math- cad, Autodesk Autocad, Компас, выходом в Интернет и с  доступом в электронную информационно- образовательную среду университета |
| Помещение для хранения и про- филактического обслуживания  учебного оборудования | Шкафы для хранения учебно-методической документа- ции, учебного оборудования и учебно-наглядных посо-  бий. |