



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГДиТ  
И.А. Пыталев

13.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕОРИЯ ДЕТОНАЦИИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ***

Направление подготовки (специальность)  
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы  
Взрывное дело

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Разработки месторождений полезных ископаемых
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых  
09.02.2023, протокол № 4

Зав. кафедрой  С.Е. Гавришев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ  
13.02.2023 г. протокол № 3

Председатель  И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры РМПИ, канд. техн. наук  П.С. Симонов

Рецензент:

заведующий лабораторией обогащения ООО «УралГеоПроект» , канд. техн. наук  
В.Ш. Галямов



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Разработки месторождений полезных ископаемых

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Теория детонации взрывчатых веществ» являются: изучение студентами основ теории ударных волн, горения и детонации; приобретение навыков анализа и оценки степени опасности при хранении, транспортировании и применении взрывчатых материалов, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело.

Задачи изучения дисциплины:

- познакомить студентов с теорией взрыва (детонации); научными и инженерными основами безопасности при хранении, транспортировании, уничтожении, переработке и использовании взрывчатых материалов, обеспечивающими предупреждение производственного 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 сооружения;

- 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 требований промышленной и экологической безопасности при производстве работ со взрывчатыми материалами, за соблюдением требований действующих норм, правил и стандартов, нормативной, технической и проектно-сметной документации.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория детонации взрывчатых веществ входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Промышленные взрывчатые материалы

Технология взрывных работ

Технология взрывных работ при открытых горных работах

Технология взрывных работ при подземной разработке

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория детонации взрывчатых веществ» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен к разработке разделов проектов производства буровзрывных и взрывных работ на горных предприятиях, специальных взрывных работ на объектах строительства и реконструкции, при нефте- и газодобыче, сейсморазведке
ПК-1.1	Обосновывает основные параметры буровзрывных работ, технологию и механизацию взрывных работ, методы профилактики

	аварий и способы ликвидации их последствий
ПК-1.2	Руководствуется методами снижения нагрузки на окружающую среду и повышения экологической безопасности при производстве буровзрывных работ на горных предприятиях, объектах строительства и реконструкции, при нефте- и газодобыче, сейсморазведке
ПК-1.3	Использует информационные технологии при проектировании буровзрывных работ

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 93,1 акад. часов;
- аудиторная – 90 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 50,9 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Основы теории взрыва и взрывчатых веществ.								
1.1 Тема 1. Общая характеристика взрыва и взрывчатых веществ. Области применения взрывчатых веществ. Основные задачи теории детонации. Явление взрыва. Что такое взрыв? Классификация взрывов.	6	4		2	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №1.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.2 Тема 2. Взрывчатые вещества как химическая система. Краткая история создания черного дымного пороха – первого взрывчатого вещества изготовленного человеком. Что такое взрывчатые вещества? Кислородный баланс взрывчатых веществ. Составление реакций взрывчатого превращения. Факторы, придающие явлению		4		2/ИИ	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №1.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.3 Тема 3. Основные типы взрывчатых веществ по составу и классификация их по применению. Взрывчатые химические соединения. Смесевые взрывчатые вещества. Классификация взрывчатых веществ по областям применения.		4		2/ИИ	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №1.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

1.4 Тема 4. Основные формы химического превращения взрывчатых веществ. Поведение взрывчатых веществ. Основные формы взрывчатых превращений. Медленное химическое превращение взрывчатых веществ. Взрывчатые превращения взрывчатых веществ. Горение взрывчатых веществ. Взрыв (детонация) взрывчатых		4		2/ИИ	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №1.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.5 Тема 5. Энергия и мощность взрыва. Оценка энергии, выделяющейся при взрыве взрывчатых веществ. Мощность взрыва. Баланс энергии при взрыве.		4		2	3,5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №1.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		20		10/ЗИ	17,5			
2. Раздел 2. Теория ударной волны.								
2.1 Тема 6. Основы теории ударных волн. Действие взрывных газов на окружающую среду. Механизм возникновения ударных волн. Основные свойства ударных волн. Изменение давления в ударной волне во времени. Моделирование ударных волн. Причины снижения давления в ударных волнах по мере их распространения. Различие ударных и акустических волн.	6	4		2/ИИ	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №2.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.2 Тема 7. Основные уравнения теории ударных волн. Вывод основных уравнений. Ударная адиабата (адиабата Гюгонио). Сравнение ударной адиабаты и изоэнтропы.		4		2/ИИ	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №2.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

2.3 Тема 8. Основные факторы разрушающего действия ударных волн и элементы закона подобия при взрывах. Закон подобия при взрывах. Тротильный эквивалент заряда. Параметры ударных волн при воздушных взрывах. Параметры ударных волн при взрывах в воде. Факторы, определяющие разрушающее действие ударных волн. Действие ударных волн на здания. Действие ударных волн на человека.		4		2/ИИ	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №2.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		12		6/3И	9			
3. Раздел 3. Основы гидродинамической теории детонации.								
3.1 Тема 9. Общая характеристика, основные закономерности и зависимости теории детонации. Исторические и общие сведения. Схема протекания детонации заряда взрывчатого вещества. Изменение состояния взрывчатого вещества при детонации. Понятие о химическом пике. Основные зависимости гидродинамической	6	4		2/ИИ	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №3.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3.2 Тема 10. Теория детонации газов. Вычисление параметров детонационной волны для газовых смесей. Влияние плотности газа на скорость детонации.		4		2/ИИ	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №3.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3.3 Тема 11. Теория детонации конденсированных взрывчатых веществ. Вычисление параметров детонационной волны для конденсированных взрывчатых веществ. Скорость детонации конденсированных взрывчатых веществ.		4		2/ИИ	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №3.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		12		6/3И	9			
4. Раздел 4. Возбуждение детонационных процессов.								



4.1 Тема 12. Начальный импульс и чувствительность взрывчатых веществ. Способы инициирования зарядов ВВ, применяемые в военном деле и промышленности. Чувствительность взрывчатых веществ. Условия, необходимые для возникновения взрывчатого превращения. Основные виды начального	6	4		2/ИИ	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №4.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.2 Тема 13. Механизм возбуждения взрывчатых превращений. Возбуждение взрывного превращения тепловым импульсом. Возникновение горения взрывчатого вещества при его поджигании. Возбуждение взрывного превращения механическим импульсом. Действие взрывного импульса на взрывчатое вещество.		4		2/0,5И	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №4.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		8		4/1,5И	6			
5. Раздел 5. Распространение процессов взрывчатого превращения.								
5.1 Тема 14. Распространение детонации в газах. Основные положения одномерной гидродинамической модели детонации газов. Пульсирующая детонация газов.	6	4		2/0,5И	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №5.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

5.2	Тема 15. Распространение детонации в конденсированных ВВ. Зависимость скорости детонации от диаметра заряда. Влияние типа ВВ на критический диаметр заряда. Влияние степени измельчения ВВ на величины критического и предельного диаметров. Влияние оболочки на скорость и предельные условия распространения детонации. Влияние примесей на скорость детонации. Влияние плотности на скорость и пределы устойчивости детонации. Влияние мощности инициатора на скорость детонации заряда взрывчатого		2		1	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №5.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
5.3	Тема 16. Кумулятивное действие взрыва. Кумулятивный эффект. Механизм действия кумулятивного заряда.		2		1	3,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию.	Проверка индивидуальных заданий. Контрольная работа №5.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу			8		4/0,5И	9,4			
Итого за семестр			60		30/11И	50,9		зачёт	
Итого по дисциплине			60		30/11И	50,9		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Теория детонации взрывчатых веществ» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Теория детонации взрывчатых веществ» происходит с использованием мультимедийного 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 работы студентов, выступление на семинаре, творческие задания (написание рефератов по заранее обозначенным темам).

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ. Конспект лекций [Текст]: учеб. пособие / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. – 170 с. ISBN 978-5-9967-0904-5.

2. Орленко, Л.П. Физика взрыва и удара [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.П. Орленко. – 3-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 408 с. – Режим доступа: <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>. – Заглавие с экрана. 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>. – Заглавие с экрана.

2. Даниленко, В.В. Взрыв: физика, техника, технология [Текст] / В.В. Даниленко. – М.: Энергоатомиздат, 2010. – 784 с.: ил. ISBN 978-5-283-00857-8.

3. Орленко, Л.П. Физика взрыва и удара [Текст]: уч. пос для вузов / Л.П. Орленко. – М.: Физматлит, 2006. – 304 с. ISBN 5-9221-0638-4.

4. 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.

5. 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.

6. Физика взрыва и удара [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению лабораторных 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] с.: 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.

7. Андреев, К.К. Теория взрывчатых веществ [Текст]: учеб. для вузов / К.К. Андреев, А.Ф. Беляев. – М.: Оборонгиз, 1960. – 595 с.

8. Баум, Ф.А. Физика взрыва [Текст] / Ф.А. Баум, К.П. Станюкович, Б.И. Шехтер. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 800 с.

9. 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.

10. Дубнов, Л.В. Промышленные взрывчатые вещества [Текст] / Л.В. Дубнов, Н.С. Бахаревич, А.И. Романов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 358 с.: ил. ISBN 5-247-00285-7.

11. Светлов, Б.Я. Теория и свойства промышленных взрывчатых веществ [Текст] / Б.Я. Светлов, Н.Е. Яременко. – М.: Недра, 1973. – 208 с.

12. Кедринский, В.К. Гидродинамика взрыва: эксперимент и модели [Текст] / В.К. Кедринский. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2000. – 435 с. ISBN 5-7692-0022-7.

13. Кук, М.А. Наука о промышленных ВВ [Текст] / М.А. Кук; пер. с англ. под ред. Г.П. Демидюка и Н.С. Бахаревич. – М.: Недра, 1980. – 453 с. – Пер. изд.: США, 1974.

14. Зельдович, Я.Б. Теория горения и детонации газов [Текст] / Я.Б. Зельдович. – М.: Изд-во АН СССР, 1944. – 70 с.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.1. Разрушение горных пород взрывом. [Текст]: учеб. для вузов / Б.Н. Кутузов. – 2-е изд., стер. – М.: Издательство «Горная книга», «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного университета, 2009. – 471 с.: ил. ISBN 978-5-98672-145-3 (в пер.), 978-5-7418-0590-9.

20. 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.

21. 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).

22. 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.:

**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 указания 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 практической 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 – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. – 19 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
Autodesk AutoCad 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
АСКОН Компас 3D в.16	Д-261-17 от 16.03.2017	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
----------------	--------

Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный»	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология.	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа.
  - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
2. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.
  - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
  - Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: компьютерные классы; читальные залы библиотеки.
  - Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Mathcad, Autodesk Autocad, Компас, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.
  - Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

### **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.

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

**На практических (семинарских) занятиях** студенты должны быть готовы делать короткие сообщения по теме семинара и участвовать в обсуждениях, решают задачи, предложенные преподавателем, и представляют результаты расчетов на проверку.

План семинаров и список необходимой литературы выдается студентам заранее – на первом занятии.

**Практическая работа (семинар) №1.** Общая характеристика взрыва и взрывчатых веществ.

План:

Области применения взрывчатых веществ. Основные задачи теории детонации. Явление взрыва. Что такое взрыв? Классификация взрывов.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 5-9.

**Практическая работа (семинар) №2.** Взрывчатые вещества как химическая система.

План:

Краткая история создания черного дымного пороха – первого взрывчатого вещества изготовленного человеком. Что такое взрывчатые вещества? Кислородный баланс взрывчатых веществ. Составление реакций взрывчатого превращения. Факторы, придающие явлению характер взрыва.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 10-21.

**Практическая работа (семинар) №3.** Основные типы взрывчатых веществ по составу и классификация их по применению.

План:

Взрывчатые химические соединения. Смесевые взрывчатые вещества. Классификация взрывчатых веществ по областям применения.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 22-29.

***Практическая работа (семинар) №4.*** Основные формы химического превращения взрывчатых веществ.

План:

Поведение взрывчатых веществ. Основные формы взрывчатых превращений. Медленное химическое превращение взрывчатых веществ. Взрывчатые превращения взрывчатых веществ. Горение взрывчатых веществ. Взрыв (детонация) взрывчатых веществ.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 30-34.

***Практическая работа (семинар) №5.*** Энергия и мощность взрыва.

План:

Оценка энергии, выделяющейся при взрыве взрывчатых веществ. Мощность взрыва. Баланс энергии при взрыве.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 35-41.

***Практическая работа (семинар) №6.*** Основы теории ударных волн.

План:

Действие взрывных газов на окружающую среду. Механизм возникновения ударных волн. Основные свойства ударных волн. Изменение давления в ударной волне во времени. Моделирование ударных волн. Причины снижения давления в ударных волнах по мере их распространения. Различие ударных и акустических волн.



Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 42-47.

***Практическая работа (семинар) №7.*** Основные уравнения теории ударных волн.

План:

Вывод основных уравнений. Ударная адиабата (адиабата Гюгонио). Сравнение ударной адиабаты и изоэнтропы.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 48-52.

***Практическая работа (семинар) №8.*** Основные факторы разрушающего действия ударных волн и элементы закона подобия при взрывах.

План:

Закон подобия при взрывах. Тротиловый эквивалент заряда. Параметры ударных волн при воздушных взрывах. Параметры ударных волн при взрывах в воде. Факторы, определяющие разрушающее действие ударных волн. Действие ударных волн на здания. Действие ударных волн на человека.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 53-64.

***Практическая работа (семинар) №9.*** Общая характеристика, основные закономерности и зависимости теории детонации.

План:

Исторические и общие сведения. Схема протекания детонации заряда взрывчатого вещества. Изменение состояния взрывчатого вещества при детонации. Понятие о химическом пике. Основные зависимости гидродинамической теории детонации.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 65-68.

***Практическая работа (семинар) №10.*** Теория детонации газов.

План:

Вычисление параметров детонационной волны для газовых смесей. Влияние плотности газа на скорость детонации.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 69-71.

***Практическая работа (семинар) №11.*** Теория детонации конденсированных взрывчатых веществ.

План:

Вычисление параметров детонационной волны для конденсированных взрывчатых веществ. Скорость детонации конденсированных взрывчатых веществ.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 72-74.

***Практическая работа (семинар) №12.*** Начальный импульс и чувствительность взрывчатых веществ.

План:

Способы инициирования зарядов ВВ, применяемые в военном деле и промышленности. Чувствительность взрывчатых веществ. Условия, необходимые для возникновения взрывчатого превращения. Основные виды начального импульса.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 75-77.

***Практическая работа (семинар) №13.*** Механизм возбуждения взрывчатых превращений.

План:

Возбуждение взрывного превращения тепловым импульсом. Возникновение горения взрывчатого вещества при его поджигании. Возбуждение взрывного превращения механическим импульсом. Действие взрывного импульса на взрывчатое вещество.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 78-83.

***Практическая работа (семинар) №14.*** Распространение детонации в газах.

Основные положения одномерной гидродинамической модели детонации газов. Пульсирующая детонация газов.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 84-85.

***Практическая работа (семинар) №15.*** Распространение детонации в конденсированных ВВ.

План:

Зависимость скорости детонации от диаметра заряда. Влияние типа ВВ на критический диаметр заряда. Влияние степени измельчения ВВ на величины критического и предельного диаметров. Влияние оболочки на скорость и предельные условия распространения детонации. Влияние примесей на скорость детонации. Влияние плотности на скорость и пределы устойчивости детонации. Влияние мощности инициатора на скорость детонации заряда взрывчатого вещества.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 86-92.

***Практическая работа (семинар) №16.*** Кумулятивное действие взрыва.

План:

Кумулятивный эффект. Механизм действия кумулятивного заряда.

Задания:

Выполнить задания соответствующего раздела рабочей тетради: Симонов, П.С. Теория детонации взрывчатых веществ [Текст]: рабочая тетрадь / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. С. 93-94.

## Приложение 2

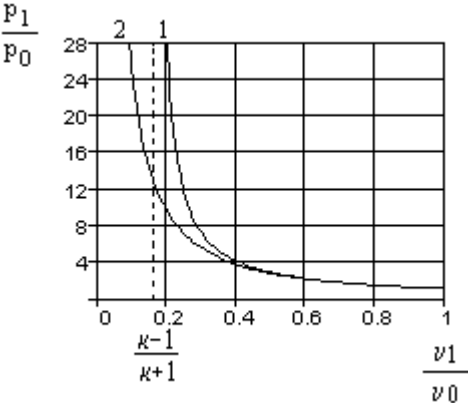
### Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ПК-1</b> Способен к разработке разделов проектов производства буровзрывных и взрывных работ на горных предприятиях, специальных взрывных работ на объектах строительства и реконструкции, при нефте- и газодобыче, сейсморазведке		
ПК-1.1	Обосновывает основные параметры буровзрывных работ, технологию и механизацию взрывных работ, методы профилактики аварий и способы ликвидации их последствий	<b>Перечень тем и заданий для подготовки к зачету.</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Действие взрывных газов на окружающую среду.</li><li>2. Основные свойства ударных волн. Механизм возникновения ударных волн.</li><li>3. Моделирование ударных волн.</li><li>4. Причины снижения давления в ударных волнах по мере их распространения. Различие ударных и акустических волн.</li><li>5. Основные уравнения теории ударных волн.</li><li>6. Ударная адиабата. Термодинамические параметры среды до и после скачка на фронте ударной волны.</li><li>7. Понятие "химического пика". Термодинамические параметры среды в точке Жугэ.</li><li>8. Влияние плотности газа на скорость детонации. Уравнение состояния продуктов взрыва.</li><li>9. Закон подобия при взрывах. Условия, определяющие правильность применения закона подобия.</li><li>10. Тротиловый эквивалент заряда.</li><li>11. Факторы, определяющие разрушающее действие ударных волн. Параметры ударных волн при воздушных взрывах.</li><li>12. Действие ударных волн на здания и человека.</li><li>13. Общая характеристика, основные закономерности и зависимости теории детонации.</li><li>14. Вычисление параметров детонационной волны для газовых смесей.</li><li>15. Теория детонации конденсированных взрывчатых веществ.</li><li>16. Начальный импульс и чувствительность</li></ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>взрывчатых веществ.</p> <p>17. Возбуждение взрывного превращения тепловым импульсом.</p> <p>18. Возникновение горения ВВ при его поджигании.</p> <p>19. Возбуждение взрывного превращения механическим импульсом.</p> <p>20. Действие взрывного импульса на взрывчатое вещество.</p> <p>21. Распространение детонации в газах.</p> <p>22. Критический и предельный диаметр заряда конденсированных взрывчатых веществ, их зависимость от различных факторов.</p> <p>23. Зависимость скорости детонации конденсированных взрывчатых веществ от диаметра заряда, размеров частиц и характера оболочки.</p> <p>24. Зависимость скорости детонации конденсированных взрывчатых веществ от плотности заряда, начального импульса, примесей, температуры и давления, под которым находится ВВ.</p> <p>25. Горение газов. Концентрационные пределы воспламенения газовых смесей.</p> <p>26. Факторы, влияющие на скорость горения.</p> <p>27. Переход горения в детонацию.</p>
ПК-1.2	<p>Руководствуется методами снижения нагрузки на окружающую среду и повышения экологической безопасности при производстве буровзрывных работ на горных предприятиях, объектах строительства и реконструкции, при нефте- и газодобыче, сейсморазведке</p>	<p><b>Вопросы для подготовки к контрольной работе №1, №2, №3.</b></p> <p><b>Вариант 1</b></p> <p><b>1. С повышением температуры скорость химических реакций...</b></p> <p>А) ...уменьшается.</p> <p>Б) ...увеличивается.</p> <p>В) ...не изменяется.</p> <p>Г) ...сначала уменьшается, а затем остается постоянной.</p> <p><b>2. Какое из определений взрыва дает в 1748 году М.В. Ломоносов?</b></p> <p>А) Взрыв - это процесс, который сопровождается сильным звуковым эффектом (громким звуком, шумом, грохотом, хлопком).</p> <p>Б) Взрыв - это событие, при котором высвобождается внутренняя энергия и формируется избыточное</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>давление.</p> <p>В) Взрыв - это очень быстрое выделение большого количества энергии и большого объема газов.</p> <p>Г) Взрыв - это быстрое неуправляемое высвобождение энергии, которое вызывает ударную волну, движущуюся на некотором расстоянии от источника, которая несет потенциальную опасность поражения людей и обладает разрушительной способностью.</p> <p><b>3. К какому типу относится взрыв при образовании гелия из водорода?</b></p> <p>А) Физический взрыв за счет тепловой энергии.</p> <p>Б) Химический взрыв.</p> <p>В) Физический взрыв за счет кинетической энергии.</p> <p>Г) Ядерный взрыв.</p> <p><b>4. Какие из перечисленных веществ могут служить в качестве флегматизатора?</b></p> <p>А) Вазелин, парафин.</p> <p>Б) Мел, сода.</p> <p>В) Гексоген, нитроглицерин.</p> <p>Г) Хлорид натрия, хлорид калия.</p> <p>5. Что из перечисленного является бризантным взрывчатым веществом?</p> <p>А) Азид свинца, гремучая ртуть.</p> <p>Б) Тротил, динамит.</p> <p>В) Дымный и бездымный порох.</p> <p>Г) Уголь.</p> <p><b>6. Ударные волны характеризуются резким скачком...</b></p> <p>А) ...давления.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Б) ...плотности.</p> <p>В) ...температуры.</p> <p>Г) ...А, Б, В.</p> <p><b>7. Какое из приведенных уравнений носит название уравнения Гюгонио?</b></p> <p>А) <math>E_1 - E_0 = \frac{P_1 + P_0}{2} \cdot (v_0 - v_1)</math>.</p> <p>Б) <math>\omega_1 - \omega_0 = \sqrt{(P_1 - P_0)(v_0 - v_1)}</math>.</p> <p>В) <math>D - \omega_0 = v_0 \sqrt{\frac{P_1 - P_0}{v_0 - v_1}}</math>.</p> <p>Г) Ни А, ни Б, ни В.</p> <p><b>8. На графике цифрой «2» обозначена...</b></p>  <p>А) ...прямая Михельсона.</p> <p>Б) ...адиабата Гюгонио.</p> <p>В) ...изэнтропа.</p> <p>Г) ...ударная адиабата.</p> <p><b>9. Значение показателя изэнтропы определяется...</b></p> <p>А) ...чувствительностью ВВ.</p> <p>Б) ...теплотой взрыва ВВ.</p> <p>В) ...диаметром заряда ВВ.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Г) ...начальной плотностью ВВ.</p> <p><b>10. Под действием детонационной волны состояние ВВ изменяется...</b></p> <p>А) ...плавно по изэнтропе.</p> <p>Б) ...скачком по адиабате Гюгонио.</p> <p>В) ...скачком по изэнтропе.</p> <p>Г) ...плавно по адиабате Гюгонио.</p> <p><b>Вариант 2</b></p> <p><b>1. К какому типу относится взрыв, возникающий при смешивании горячей и холодной жидкостей, когда температура одной из них значительно превышает температуру кипения другой (например при выливании расплавленного металла в воду)?</b></p> <p>А) Физический взрыв за счет тепловой энергии.</p> <p>Б) Химический взрыв.</p> <p>В) Физический взрыв за счет кинетической энергии.</p> <p>Г) Ядерный взрыв.</p> <p><b>2. Что из перечисленного является примером физического взрыва за счет электрической энергии?</b></p> <p>А) Большинство землетрясений.</p> <p>Б) Взрыв баллона со сжатым газом.</p> <p>В) Взрыв при падении крупного метеорита.</p> <p>Г) Взрыв конденсированного взрывчатого вещества.</p> <p>Д). Молнии.</p> <p><b>3. Какие из перечисленных веществ могут служить в качестве сенсibilизатора?</b></p> <p>А) Вазелин, парафин.</p> <p>Б) Мел, сода.</p>



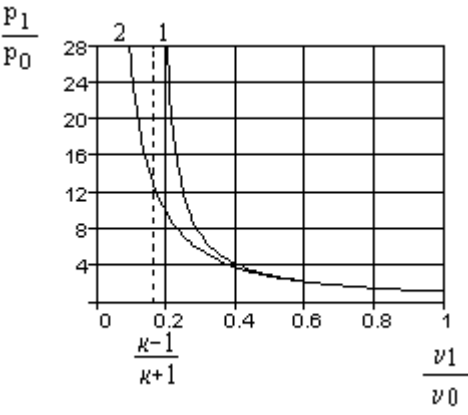
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>В) Гексоген, нитроглицерин.</p> <p>Г) Хлорид натрия, хлорид калия.</p> <p><b>4. Что из перечисленного является инициирующим взрывчатым веществом?</b></p> <p>А) Тротил, динамит.</p> <p>Б) Азид свинца, гремучая ртуть.</p> <p>В) Дымный и бездымный порох.</p> <p>Г) Уголь.</p> <p><b>5. Ударная волна состоит из...</b></p> <p>А) ...фазы сжатия.</p> <p>Б) ...фазы разряжения.</p> <p>В) ...А, Б.</p> <p>Г) ...ни А, ни Б.</p> <p><b>6. Вещество во фронте ударной волне начинает двигаться...</b></p> <p>А) ...в направлении распространения волны.</p> <p>Б) ...против направления распространения.</p> <p>В) ...в сторону наименьшего сопротивления.</p> <p>Г) ...ни А, ни Б, ни В.</p> <p><b>7. Какое из приведенных уравнений получено из закона сохранения массы?</b></p> <p>А) <math>P_1 - P_0 = (D - \omega_0) \cdot \rho_0 \cdot (\omega_1 - \omega_0)</math>.</p> <p>Б) <math>(D - \omega_1) \cdot \rho_1 = (D - \omega_0) \cdot \rho_0</math>.</p> <p>В) <math>E_1 - E_0 = \frac{P_1 + P_0}{2} \cdot (v_0 - v_1)</math>.</p> <p>Г) Ни А, ни Б, ни В.</p> <p><b>8. При переходе по ударной адиабате энтропия</b></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><b>среды...</b></p> <p>А) ...убывает.</p> <p>Б) ...возрастает.</p> <p>В) ...не изменяется.</p> <p>Г) ...сначала убывает, а затем не изменяется.</p> <p><b>9. Для обычных бризантных ВВ значение показателя изэнтропы...</b></p> <p>А) 1,17.</p> <p>Б) 1,4.</p> <p>В) 1,28.</p> <p>Г) близко к 3.</p> <p><b>10. Кто развил гидродинамическую теорию детонации и показал существование «химического пика»?</b></p> <p>А) Жуге.</p> <p>Б) Зельдович.</p> <p>В) Ландау.</p> <p>Г) Вобан.</p> <p><b>Вариант 3</b></p> <p><b>1. Что из перечисленного является примером физического взрыва за счет энергии упругого сжатия?</b></p> <p>А) Большинство землетрясений.</p> <p>Б) Взрыв баллона со сжатым газом.</p> <p>В) Взрыв при падении крупного метеорита.</p> <p>Г) Взрыв конденсированного взрывчатого вещества.</p> <p><b>2. Как называются вещества снижающие чувствительность взрывчатых веществ к</b></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><b>начальному импульсу?</b></p> <p>А) Флегматизаторы.</p> <p>Б) Сенсibilизаторы.</p> <p>В) Стабилизаторы.</p> <p>Г) Пламегасители.</p> <p>Д) Окислители.</p> <p><b>3. Какой тип взрывчатых веществ применяется в горной промышленности для дробления горных пород?</b></p> <p>А) Иницирующие взрывчатые вещества.</p> <p>Б) Бризантные взрывчатые вещества.</p> <p>В) Метательные взрывчатые вещества.</p> <p>Г) Пиротехнические составы.</p> <p><b>4. Детонация распространяется по заряду взрывчатого вещества путем...</b></p> <p>А) ...сжатия вещества ударной волной.</p> <p>Б) ...излучения.</p> <p>В) ...теплопроводности.</p> <p>Г) ...диффузии.</p> <p><b>5. Ударные волны распространяются в...</b></p> <p>А) ...воздухе.</p> <p>Б) ...воде.</p> <p>В) ...горной породе.</p> <p>Г) ...любых средах.</p> <p><b>6. Скорость ударной волны идущей по сжатому газу будет ... скорости волны идущей по невозмущенному газу.</b></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>А) ...равна...</p> <p>Б) ...больше...</p> <p>В) ...меньше...</p> <p>Г) ...сначала меньше, а затем равна...</p> <p><b>7. Какое из приведенных уравнений получено из закона сохранения импульса?</b></p> <p>А) <math>P_1 - P_0 = (D - \omega_0) \cdot \rho_0 \cdot (\omega_1 - \omega_0)</math>.</p> <p>Б) <math>(D - \omega_1) \cdot \rho_1 = (D - \omega_0) \cdot \rho_0</math>.</p> <p>В) <math>E_1 - E_0 = \frac{P_1 + P_0}{2} \cdot (v_0 - v_1)</math>.</p> <p>Г) Ни А, ни Б, ни В.</p> <p><b>8. Укажите конденсированное состояние вещества.</b></p> <p>А) Жидкое.</p> <p>Б) Твердое.</p> <p>В) Газообразное.</p> <p>Г) А и Б.</p> <p><b>9. Для газовых смесей значение показателя изэнтропы определяется...</b></p> <p>А) ...продуктами взрыва.</p> <p>Б) ...теплотой взрыва.</p> <p>В) ...молярной массой.</p> <p>Г) ...количеством вещества.</p> <p><b>10. Укажите, что называется «химическим пиком»?</b></p> <p>А) Область реакции характеризующаяся повышенным давлением.</p> <p>Б) Процесс жидкофазного окисления.</p> <p>В) Воспламенение ВВ.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Г) Скорость взрывчатого превращения.</p> <p><b>Вариант 4</b></p> <p><b>1. Количественная теория теплового самовоспламенения была разработана в 1928 г ...</b></p> <p>А) ...Ле Шателье.</p> <p>Б) ...Вант-Гоффом.</p> <p>В) ...Аррениусом</p> <p>Г) ...Н.Н. Семеновым.</p> <p><b>2. К какому типу относится взрыв двухфазной аэровзвеси?</b></p> <p>А) Физический взрыв за счет тепловой энергии.</p> <p>Б) Химический взрыв.</p> <p>В) Физический взрыв за счет кинетической энергии.</p> <p>Г) Ядерный взрыв.</p> <p><b>3. Как называются вещества повышающие чувствительность взрывчатых веществ к начальному импульсу?</b></p> <p>А) Флегматизаторы.</p> <p>Б) Сенсibiliзаторы.</p> <p>В) Стабилизаторы.</p> <p>Г) Пламегасители.</p> <p>Д) Окислители.</p> <p><b>4. Какой тип взрывчатых веществ применяется преимущественно в виде капсулей-детонаторов?</b></p> <p>А) Иницирующие взрывчатые вещества.</p> <p>Б) Бризантные взрывчатые вещества.</p> <p>В) Метательные взрывчатые вещества.</p> <p>Г) Пиротехнические составы.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><b>5. Скорость детонации составляет...</b></p> <p>А) ...несколько сантиметров в секунду.</p> <p>Б) ...несколько метров в секунду.</p> <p>В) ...десятки метров в секунду.</p> <p>Г) ...несколько километров в секунду.</p> <p><b>6. Передний фронт ударной волны распространяется со скоростью...</b></p> <p>А) ...света.</p> <p>Б) ...звука.</p> <p>В) ...большей скорости света.</p> <p>Г) ...большей скорости звука.</p> <p><b>7. На графике цифрой «1» обозначена...</b></p>  <p>А) ...изэнтропа.</p> <p>Б) ...адиабата Пуассона.</p> <p>В) ...адиабата Гюгонио.</p> <p>Г) ...прямая Михельсона.</p> <p><b>8. Кто показал, что основные положения гидродинамической теории детонации остаются в силе и для конденсированных ВВ?</b></p> <p>А) Чепмен и Жуге.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Б) Зельдович и Компанеец.</p> <p>В) Ландау и Станюкович.</p> <p>Г) Баум и Шехтер.</p> <p><b>9. Укажите формулу для расчета скорости детонации.</b></p> <p>А) <math>D = \sqrt{2 \cdot (k^2 - 1) \cdot Q}</math> .</p> <p>Б) <math>D = \sqrt{2 \cdot (k^2 + 1) \cdot Q}</math> .</p> <p>В) <math>D = \sqrt{2 \cdot (1 - k^2) \cdot Q}</math> .</p> <p>Г) <math>D = \sqrt{2 \cdot (1 + k^2) \cdot Q}</math> .</p> <p><b>10. Укажите верное соотношение. <math>P_1</math> и <math>V_1</math> - давление и объем ВВ сжатого детонационной волной, <math>P_2</math> и <math>V_2</math> - давление и объем ВВ в точке Жуге.</b></p> <p>А) <math>P_1 &lt; P_2, V_1 &lt; V_2</math> .</p> <p>Б) <math>P_1 &gt; P_2, V_1 &lt; V_2</math> .</p> <p>В) <math>P_1 &lt; P_2, V_1 &gt; V_2</math> .</p> <p>Г) <math>P_1 &gt; P_2, V_1 &gt; V_2</math> .</p>
ПК-1.3	Использует информационные технологии проектировании буровзрывных работ при	<p><b>Вопросы для подготовки к контрольной работе №4. Возбуждение детонационных процессов.</b></p> <p><b>1 вариант</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называют начальным импульсом?</li> <li>2. Каким показателем характеризуют чувствительность ВВ?</li> <li>3. Какой вид взрывчатого превращения вызывает воспламенение от луча огня?</li> <li>4. Что такое флегматизация ВВ?</li> <li>5. Что используется в качестве сенсibilизатора?</li> <li>6. Перечислите основные виды начального импульса.</li> <li>7. В чем заключается качественная теория теплового воспламенения Вант Гоффа?</li> <li>8. От чего зависит температура вспышки?</li> <li>9. Какая гипотеза объясняет возбуждение взрыва при ударе? В чем она заключается?</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>10. В каких случаях произойдет детонация основного заряда при ее возбуждении с помощью детонатора?</p> <p><b>2 вариант</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называют чувствительностью ВВ?</li> <li>2. Перечислите основные виды взрывчатых превращений.</li> <li>3. Чем вызывают возбуждение взрыва промышленных ВВ?</li> <li>4. Что такое сенсбилизация ВВ?</li> <li>5. Что используется в качестве флегматизатора?</li> <li>6. Перечислите основные виды начального импульса.</li> <li>7. В чем заключается количественная теория теплового воспламенения Н.Н. Семенова?</li> <li>8. Что называют температурой вспышки?</li> <li>9. Опишите механизм возникновения горения ВВ при его поджигании.</li> <li>10. В каких случаях не произойдет детонация основного заряда при ее возбуждении с помощью детонатора?</li> </ol> <p><b>Вопросы для подготовки к контрольной работе №5. Распространение процессов взрывчатого превращения.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие ВВ относятся к инициирующим и применяются в детонаторах?</li> <li>2. Укажите пределы скорости распространения детонации в газовых смесях.</li> <li>3. Как зависит скорость детонации газа от вида источника инициирования?</li> <li>4. Как зависит скорость детонации газа от начального давления?</li> <li>5. Как зависит скорость детонации от состава газовой смеси?</li> <li>6. Как влияет диаметр заряда ВВ на скорость детонации?</li> <li>7. Как влияет степень измельчения ВВ на скорость и предельные условия распространения детонации?</li> <li>8. Как влияет оболочка заряда ВВ на скорость и предельные условия распространения детонации?</li> <li>9. Как влияет плотность заряда ВВ на скорость и предельные условия распространения детонации?</li> <li>10. Как влияют примеси на скорость детонации?</li> </ol>

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



Изучение дисциплины «Теория детонации взрывчатых веществ» завершается сдачей зачета. Зачет является формой итогового контроля знаний и умений, полученных на лекциях, семинарских, практических занятиях и в процессе самостоятельной [работы](#).

В период подготовки к зачету студенты вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только скрепляют полученные знания, но и получают новые. Подготовка студента к зачету 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 зачету 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 представленных в учебниках точек [зрения](#) по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной аргументации.

Основным источником подготовки к зачету 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 зачету студентам необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем.

#### *Критерии оценки*

Ответ студента на зачете оценивается одной из следующих оценок: «зачтено» и «незачтено», которые выставляются по следующим критериям.

Оценки «зачтено» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной кафедрой. Также оценка «зачтено» выставляется студентам, обнаружившим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Кроме того, оценкой «зачтено» оцениваются ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляющихся с выполнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении контрольных заданий, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка «не зачтено» выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение или приступать к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.