

Бюджетное учреждение высшего образования  
Ханты-Мансийского автономного округа-Югры  
"Сургутский государственный университет"



## Взрывное дело

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Экспериментальной физики	
Учебный план	b030302-ЦифрТех-19-1.plx 03.03.02 ФИЗИКА Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике	
Квалификация	Бакалавр	
Форма обучения	очная	
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: зачеты с оценкой 7
в том числе:		
аудиторные занятия	48	
самостоятельная работа	96	

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 17,3			
Вид занятий	уп	рпд	уп	рпд
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	32	32	32	32
В том числе инт.	32	32	32	32
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	96	96	96	96
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доцент, Алексеев Михаил Викторович



Рабочая программа дисциплины

**Взрывное дело**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 07.08.2014г. №937)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учёным советом вуза от 20 июня 2019 г., протокол УС №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экспериментальной физики**

Протокол от 19 05 2019 г. № 03/70

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой д. ф.-м. н., профессор А.В.Ельников



Председатель УМС к.т.н., доцент

Тараканов Д.В.

07 06 2019 г.

н 06/19



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью освоения дисциплины является получение знаний в области развития взрывного дела в России и за рубежом, исторических представлений об особенностях создания взрывчатых материалов, буровой техники, технологии и безопасности ведения взрывных работ, основных методов взрывных работ, взрывчатых материалов, применяемых при различных видах взрывных работ, обучение использованию справочной литературы в области взрывного дела.
-----	---

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Модуль "Общая физика"
2.1.2	Модуль "Математика"
2.1.3	Модуль "Методы математической физики"
2.1.4	Молекулярная физика
2.1.5	Механика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Механика жидкости и газа
2.2.2	Датчики физических полей
2.2.3	Подземная гидродинамика
2.2.4	Компьютерные технологии в геофизике
2.2.5	Геодинамика и математическое моделирование

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>ОК-7:</b> способностью к самоорганизации и самообразованию
<b>ОК-9:</b> способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайной ситуации
<b>ОПК-3:</b> способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
<b>ПК-1:</b> способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
<b>ОК-6:</b> способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Основные принципы и законы теории горения и взрыва, их математические модели;
3.1.2	Проблемы современной теории горения и взрыва;
3.1.3	Методы экспериментального исследования физики горения и взрыва;
3.1.4	Законы химической кинетики;
3.1.5	Алгоритмы построения численных моделей физических явлений, связанных с горением и взрывом.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Применять полученные знания для правильного понимания основных принципов и законов теории горения и взрыва;
3.2.2	Решать проблемы современной теории горения и взрыва;
3.2.3	Применять методы экспериментального исследования физики горения и взрыва;
3.2.4	Использовать законы химической кинетики;
3.2.5	Применять алгоритмы построения численных моделей физических явлений, связанных с горением и взрывом.
3.2.6	Работать в составе группы

<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	Методами диагностики и измерения физических параметров исследуемых объектов;
3.3.2	Методами проведения экспериментальных исследований.

<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>							
<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр / Курс</b>	<b>Часов</b>	<b>Компетенции</b>	<b>Литература</b>	<b>Инте ракт.</b>	<b>Примечание</b>
	<b>Раздел 1. Взрывное дело</b>						
1.1	Взрывчатые вещества и средства взрывания. Бризантные взрывчатые вещества. Пороха. Иницирующие взрывчатые вещества и пиротехнические составы. /Лек/	7	1	ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	1	Устный опрос
1.2	Взрывчатые вещества и средства взрывания. Бризантные взрывчатые вещества. Пороха. Иницирующие взрывчатые вещества и пиротехнические составы. /Ср/	7	6	ОК-7 ОК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.3	Горение взрывчатых веществ. Чувствительность взрывчатых веществ к удару, трению, начальному импульсу и быстрому нагреву. Направленное действие взрыва. /Лек/	7	1	ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	1	Устный опрос
1.4	Горение взрывчатых веществ. Чувствительность взрывчатых веществ к удару, трению, начальному импульсу и быстрому нагреву. Направленное действие взрыва. /Ср/	7	6	ОК-7 ОК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.5	Теория взрывчатых веществ. /Лек/	7	1	ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	1	Устный опрос
1.6	Теория взрывчатых веществ. /Ср/	7	6	ОК-7 ОК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.7	Расчет кислородного баланса для взрывчатых веществ /Лаб/	7	7	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	3	Отчеты по лабораторным работам
1.8	Ударные волны и действие взрыва в различных средах. /Лек/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	2	Устный опрос
1.9	Ударные волны и действие взрыва в различных средах /Ср/	7	6	ОК-7 ОК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.10	Основные параметры, определяющие сейсмическую эффективность взрыва. /Лек/	7	2	ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	2	Устный опрос

1.11	Основные параметры, определяющие сейсмическую эффективность взрыва. /Ср/	7	6	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.12	Наземные «невзрывные» источники сейсмических колебаний. /Лек/	7	1	ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	1	Устный опрос
1.13	Наземные «невзрывные» источники сейсмических колебаний. /Ср/	7	6	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.14	Принцип составления реакций взрывчатого превращения взрывчатых веществ /Лаб/	7	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	4	Отчеты по лабораторным работам
1.15	Подавление пульсации при подводном взрыве. /Лек/	7	1	ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	1	Устный опрос
1.16	Подавление пульсации при подводном взрыве. /Ср/	7	6	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.17	Группирование источников сейсмических сигналов. /Лек/	7	1	ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	1	Устный опрос
1.18	Группирование источников сейсмических сигналов. /Ср/	7	6	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.19	Виды сейсморазведочных работ. Организация сейсмических работ. Возбуждение колебаний. Виды взрывных работ. /Лек/	7	1	ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	1	Устный опрос
1.20	Виды сейсморазведочных работ. Организация сейсмических работ. Возбуждение колебаний. Виды взрывных работ. /Ср/	7	6	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.21	Расчет термодинамических характеристик взрывчатого вещества /Лаб/	7	7	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	3	Отчеты по лабораторным работам
1.22	Оборудование взрывного пункта. /Лек/	7	1	ОК-9 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	1	Устный опрос

1.23	Оборудование взрывного пункта. /Ср/	7	7	ОК-7 ОК-9 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.24	Взрывные работы в глубоких скважинах. /Лек/	7	1	ОК-9 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	1	Устный опрос
1.25	Взрывные работы в глубоких скважинах. /Ср/	7	7	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.26	Отбор образцов горных пород и скважинных жидкостей. /Лек/	7	0,5	ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0,5	Устный опрос
1.27	Отбор образцов горных пород и скважинных жидкостей. /Ср/	7	7	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.28	Расчет температуры взрыва /Лаб/	7	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	3	Отчеты по лабораторным работам
1.29	Техника безопасности при проведении взрывных работ. /Лек/	7	0,5	ОК-9 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2	0,5	Устный опрос
1.30	Техника безопасности при проведении взрывных работ. /Ср/	7	7	ОК-7 ОК-9 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.31	Хранение и перевозка взрывчатых материалов. /Лек/	7	2	ОК-9 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2	2	Устный опрос
1.32	Хранение и перевозка взрывчатых материалов. /Ср/	7	7	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
1.33	Расчет скорости детонации /Лаб/	7	6	ОК-6 ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2	3	Отчеты по лабораторным работам
1.34	/Контр.раб./	7	0	ОК-7 ОПК-3 ПК-1	Л2.1 Э1 Э2	0	Контрольная работа
1.35	/ЗачётСОц/	7	7	ОК-6 ОК-7 ОК-9 ОПК-	Л2.1 Э1 Э2	0	

<b>5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ</b>	
<b>5.1. Контрольные вопросы и задания</b>	
Приведены в Приложении 1	
<b>5.2. Темы письменных работ</b>	
Приведены в Приложении 1	
<b>5.3. Фонд оценочных средств</b>	
Приведены в Приложении 1	
<b>5.4. Перечень видов оценочных средств</b>	
1. Вопросы устного опроса. 2. Темы лабораторных работ. 4. Примерные задания контрольной работы. 5. Вопросы к зачету.	

<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Баум Ф. А., Бабкин А. В., Андреев С. Г., Орленко Л. П., Имховик Н. А., Кобылкин И. Ф.	Физика взрыва	Москва: Физматлит, 2004, <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=59297">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=59297</a>	1
Л1.2	Андреев С. Г., Бойко М. М., Селиванов В. В., Селиванов В. В.	Экспериментальные методы физики взрыва и удара: учебник	Москва: Физматлит, 2013, <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=59748">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=59748</a>	1
Л1.3	Орленко Л. П.	Физика взрыва и удара: Учебное пособие для вузов	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008, <a href="http://www.iprbookshop.ru/12960">http://www.iprbookshop.ru/12960</a>	1

<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Горев В. А.	Теория горения и взрыва: Учебное пособие	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010, <a href="http://www.iprbookshop.ru/16330">http://www.iprbookshop.ru/16330</a>	1
Л2.2	Девисилов В. А., Дроздова Т. И., Скушников А. И.	Теория горения и взрыва: Учебник	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017, <a href="http://znanium.com/go.php?id=701725">http://znanium.com/go.php?id=701725</a>	1

<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Самсонов В. П.	Экспериментальные методы физики горения: учебное пособие	Сургут: Издательство СурГУ, 2006	42
Л3.2	Самсонов В. П., Алексеев М. М.	Новые методы экспериментальных исследований гидродинамики и теплообмена в химически реагирующих средах: монография	Ханты-Мансийск: Полиграфист, 2008	50

<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
--	--	--	--	--

Э1	Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс] — Режим доступа: <a href="http://www.gpntb.ru/">http://www.gpntb.ru/</a> — Загл. с экрана.
Э2	"Взрывное дело" — научно-технический сборник [Электронный ресурс] — Режим доступа: <a href="https://sbornikvd.ru/">https://sbornikvd.ru/</a> — Загл. с экрана.
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>	
6.3.1.1	Пакет прикладных программ Microsoft Office
6.3.1.2	Операционная система Windows
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>	
6.3.2.1	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a> Информационно-правовой портал Гарант.ру
6.3.2.2	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> Справочно-правовая система Консультант Плюс

#### **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

7.1	Помещения для проведения лекционных и лабораторных занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью.
7.2	Ряд лекционных аудиторий оснащен компьютерной техникой и проекторами для демонстрации видеоматериалов.
7.3	Аудитории для проведения лабораторных занятий оснащены оборудованием для проведения экспериментальных работ.

#### **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

--	--



**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**  
**Приложение к рабочей программе по дисциплине**  
**«Взрывное дело»**

---

Квалификация выпускника	<b>Бакалавр</b>
Направление подготовки	<b>03.03.02</b>
	<b>Физика</b>
Направленность (специализация)	Цифровые технологии в геофизике
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Кафедра экспериментальной физики
Выпускающая кафедра	Кафедра экспериментальной физики

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине**

**Типовые вопросы для коллоквиума**

1. Общая характеристика явлений горения и взрыва. Связь с проблемами обеспечения безопасности жизнедеятельности.
2. Понятие о взрыве. Химический и физический взрывы. Условная классификация ВВ.
3. Кинетика простых газовых реакций. Особенности протекания самоускоряющихся реакций.
4. Основные представления теории цепных реакций.
5. Химическая термодинамика горения. Кислородный баланс.
6. Адиабатическая температура горения.
7. Термодинамика взрыва. Вычисление параметров взрыва.
8. Тепловое самоускорение реакций.
9. Параметр Франк-Каменецкого.
10. Теория теплового самовоспламенения Н.Н. Семенова.
11. Нормальная скорость газоздушного пламени.
12. Характерные режимы нормального горения.
13. Методы изучения горения газов. Факторы, влияющие на нормальную скорость горения.
14. Тепло - массообмен при горении.
15. Пространственная структура пламени. Михельсоновская толщина фронта пламени.
16. Формула для нормальной скорости горения.
17. Диффузионное горение газов и конденсированных систем. Элементы теории Бурке-Шумана.
18. Пламена пожаров.
19. Ударное сжатие газа. Адиабата Гюгонио.
20. Косая ударная волна.
21. Акустическая теория ударных волн.
22. Параметры ударных волн при их сложении.
23. Сильная автомодельная сферическая ударная волна.
24. Ударные волны в плотных средах.
25. Распространение сферической ударной волны в воде.
26. Распространение сферической ударной волны в грунте.
27. Гидродинамическая теория детонационной волны.
28. Теория детонации конденсированных горючих материалов.
29. Факторы, влияющие на возможность и скорость распространения детонации.
30. Методы исследования детонации. Возбуждение взрыва и детонации.
31. Бризантное и фугасное действие взрыва.
32. Кумулятивный эффект при взрыве.
33. Детонационная способность различных ВВ.
34. Инициирование горения и взрыва. Минимальная энергия зажигания.
35. Тепловая теория зажигания холодных горючих газовых смесей.
36. Факторы, определяющие критические условия воспламенения.

## Темы лабораторных работ

1. Взрывчатые вещества и средства взрывания. Бризантные взрывчатые вещества. Пороха. Иницирующие взрывчатые вещества и пиротехнические составы.
2. Основные параметры, определяющие сейсмическую эффективность взрыва.
3. Ударные волны и действие взрыва в различных средах.
4. Наземные «невзрывные» источники сейсмических колебаний.
5. Группирование источников сейсмических сигналов.

## Типовые варианты заданий для контрольной работы:

### Вариант 1

1. Сколько молей продуктов сгорания образуется при стехиометрическом горении этана в атмосфере кислорода?
2. Определить процентное соотношение компонент ВВ с нулевым кислородным балансом ( $K_6 = 0$ ), состоящего из аммиачной селитры ( $K_6 = +20\%$ ) и тротила ( $K_6 = 74\%$ ), 2% индустриального масла, 8% алюминия.
3. Определить температуру продуктов взрыва ( $T_{взр}$ ) при взрыве нитроглицерина.  
Реакция взрывчатого превращения нитроглицерина  
 $C_3H_5(ONO_2)_3 = 3CO_2 + 2,5H_2O + 1,5N_2 + 0,25O_2$ .

### Вариант 2

1. Определить кислородный баланс  $K_6$  и кислородный коэффициент  $\alpha_k$  для тринитротолуола (тротила)  $C_7H_5(NO_2)_3$ .
1. Определить  $K_6$  для трехкомпонентного ВВ гранулита АС-8, состоящего из 90% аммиачной селитры.
3. Определить скорость детонации гранулита игданита при плотности заряжания  $\Delta = 0,85$  г/см<sup>3</sup>. Теплота взрыва -  $\approx 3800$  кДж/кг (900-920 ккал/кг).  $D'_{эт} = 3600 + 3500(0,85 - 1) = 3075$  м/с.

### Вариант 3

1. Рассчитать кислородный баланс наиболее распространенной компоненты промышленных ВВ - аммиачной селитры  $NH_4NO_3$ .
2. Рассмотрим реакцию взрывчатого превращения нитроглицерина  $C_3H_5(ONO_2)_3$ , имеющего положительный  $K_6$ :  $K_6 = \frac{[9 - (2 \cdot 3 + \frac{5}{2})] \cdot 16}{227} \cdot 100 = +3,52 \cdot \%$

$$\alpha_k = \frac{9}{2 \cdot 3 + \frac{5}{2}} = 1,06.$$

3. Определить объем ПВ при взрыве нитроглицерина ( $K_b > 0$ ,  $M_{ВВ}=227$  г-моль):  
 $C_3H_5(ONO_2)_3 = 3CO_2 + 2,5H_2O + 1,5N_2 + 0,25O_2$ .

#### Вариант 4

1. Составить условную (брутто) формулу, определить  $K_b$  и  $\alpha_k$  для смешанного трехкомпонентного ВВ, состоящего из 80% аммиачной селитры ( $M=80$  г-моль), 15% тротила ( $M=227$  г-моль) и 5% алюминия ( $M=27$  г-моль).

2. Составить реакцию взрывчатого превращения алюмотола ( $K_b < 0$ ), представляющего собой гранулированный сплав тротила - 85% и 15% алюминиевой пудры.

3. Определить полную идеальную работоспособность и термодинамический КПД аммонита 6ЖВ при плотности заряжания 900 кг/м<sup>3</sup> и следующих параметрах взрывного превращения:  $V_{ПВ} = 0,86$  м<sup>3</sup>/кг;  $Q_{взр} = 4300$  кДж/кг;  $T_{взр} = 2600$  К. Для расчета показатель адиабаты принимается  $\gamma = 1,25$ .

#### Вариант 5

1. Определить процентное соотношение компонент ВВ с нулевым кислородным балансом ( $K_b = 0$ ), состоящего из аммиачной селитры .

2. Рассчитать теплоту взрыва нитроглицерина, реакция взрывчатого превращения которого имеет вид  $C_3H_5(ONO_2)_3 = 2,5H_2O + 3CO_2 + 1,5N_2 + 0,25O_2$ .

3. Рассчитать основные термодинамические характеристики граммонита 79/21 (для 1 кг ВВ). Состав ВВ: аммиачная селитра  $NH_4NO_3$  - 79 % , тротил  $C_7H_5(NO_2)_3$  - 21 % , плотность заряжания  $\alpha = 850$  кг/м<sup>3</sup>.

### Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине

#### Типовые вопросы для зачета

1. Определить  $K_b$  и  $\alpha_k$  для тринитротолуола (тротила)  $C_7H_5(NO_2)_3$ , молекулярная масса которого  $M_{ВВ} = 227$  г-моль.

2. Рассчитать кислородный баланс наиболее распространенной компоненты промышленных ВВ - аммиачной селитры  $NH_4NO_3$ , молекулярная масса которой  $M_{AC} = 80$  г-моль.

3. Составить условную (брутто) формулу, определить  $K_b$  и  $\alpha_k$  для смешанного трехкомпонентного ВВ, состоящего из 80% аммиачной селитры ( $M=80$  г-моль), 15% тротила ( $M=227$  г-моль) и 5% алюминия ( $M=27$  г-моль).

4. Определить Кб для двухкомпонентного ВВ граммонита 30/70, состоящего из 30% аммиачной селитры Кб = +20% и 70% тротила Кб = - 74%:
5. Определить Кб для трехкомпонентного ВВ гранулита АС-8, состоящего из 90% аммиачной селитры, 2% индустриального масла, 8% алюминия.
6. Определить процентное соотношение компонент ВВ с нулевым кислородным балансом (Кб = 0), состоящего из аммиачной селитры (Кб = +20%) и тротила (Кб = - 74%).
7. Определить кислородный баланс аммонита 6ЖВ, состоящего из 0,925 кмоля тротила и 9,88 кмолей аммиачной селитры. Его элементарный состав –  $C_{6,48} H_{44,13} O_{35,18} N_{22,52}$ .
8. Определить скорость детонации гранулита игданита при плотности заряжания  $\Delta = 0,85 \text{ г/см}^3$ . Теплота взрыва –  $Q_{\text{ВВ}} = 3800 \text{ кДж/кг}$  (900-920 ккал/кг).
9. Определить параметры детонации алюмотола при плотности заряжания  $1000 \text{ кг/м}^3$  и теплоте взрыва  $5279 \text{ кДж/кг}$ .
10. Определить параметры детонации граммонала А-45 при плотности заряжания  $900 \text{ кг/м}^3$  и теплоте взрыва  $5720 \text{ кДж/кг}$ .
11. Определить параметры детонации граммонита 30/70 при плотности заряжания  $870 \text{ кг/м}^3$  и теплоте взрыва  $3440 \text{ кДж/кг}$ .
12. Определить параметры детонации игданита при плотности заряжания  $800 \text{ кг/м}^3$  и теплоте взрыва  $3770 \text{ кДж/кг}$ .
13. Определить параметры детонации скального аммонита при плотности заряжания  $1400 \text{ кг/м}^3$  и теплоте взрыва  $5415 \text{ кДж/кг}$ .
14. Определить параметры детонации детонита М при плотности заряжания  $1100 \text{ кг/м}^3$ . Определить параметры детонации аммонита АП-5ЖВ при плотности заряжания  $1000 \text{ кг/м}^3$  и теплоте взрыва  $3800 \text{ кДж/кг}$ .

### **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, описание шкал оценивания**

#### **Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Текущий контроль предназначен для проверки качества формирования компетенций, уровня овладения теоретическими и практическими знаниями, умениями и навыками.

Оценивание знаний теоретического материала по каждому разделу проводится при защите отчетов по лабораторным работам (компетенции ОК-7, ОПК-3, ПК-1).

Умение решать практические задачи проверяется проведением контрольной работы по соответствующему разделу (компетенции ОК-7, ОПК-3, ПК-1).

Результат овладения навыками постановки и реализации физического эксперимента с использованием возможностей современного научного оборудования, умения анализировать результаты экспериментальных исследований и расчетов проверяется на основании отчета

по каждой выполненной лабораторной работе (компетенции ОК-6, ОК-7, ОК-9, ОПК-3, ПК-1).

Рекомендации по оцениванию ответов при защите отчетов по лабораторным работам

Зачтено	Ответы на поставленные контрольные вопросы к лабораторным работам излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания по предмету, студент верно отвечает на дополнительные вопросы.
Не зачтено	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.

Рекомендации по оцениванию контрольных работ:

Отлично	Все задачи решены полностью: приводится верное аналитическое решение, делается правильный расчет, получен верный ответ.
Хорошо	Приведены решения задач, но есть небольшие недочеты при использовании законов, формул, в целом не влияющих на ход решения, допущены ошибки при вычислении численных результатов. Общая доля невыполненных заданий не превышает 25 % от общего объема контрольной работы.
Удовлетворительно	Приведены решения не всех заданий контрольной работы, есть существенные недостатки при выводе аналитических выражений, не проведены численные расчеты. Общая доля невыполненных заданий составляет не более 50 % от общего объема контрольной работы.
Неудовлетворительно	Решение задач неверно или вовсе отсутствует. Общая доля невыполненных заданий составляет более 50 % от общего объема контрольной работы.

**Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине**

Рабочим учебным планом предусмотрен дифференцированный зачет, который оценивается по четырехбалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». К дифференцированному зачету допускаются обучающиеся, успешно прошедшие все формы текущего контроля, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

Для аттестационного испытания предлагается список теоретических вопросов. Студент выбирает билет, состоящий из 2 вопросов и 1 задачи, готовится в течение 30 минут и приступает к собеседованию с преподавателем.

Рекомендации по оцениванию ответа на теоретические вопросы:

Проверяемые компетенции	Оценка	Критерии оценивания
ОК-7 ОК-9 ОПК-3	Отлично	Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания по предмету, студент верно отвечает на дополнительные вопросы
	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются

		систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.
	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами.
	Не удовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.

Рекомендации по оцениванию ответа на практические задачи экзаменационного билета:

Проверяемые компетенции	Оценка	Критерии оценивания
ОК-7 ОК-9 ОПК-3	Отлично	Полное верное решение. В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом. Получен правильный ответ. Ясно описан способ решения.
ПК-1	Хорошо	Верное решение, но имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение, такие как небольшие логические пропуски, не связанные с основной идеей решения. Решение оформлено не вполне аккуратно, но это не мешает пониманию решения.
	Удовлетворительно	Решение в целом верное. В логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок, но задача решена неоптимальным способом или допущено не более двух незначительных ошибок.
	Неудовлетворительно	Решение неверное или вовсе отсутствует.

Результирующая оценка формируется как среднее арифметическое из оценок каждого из 3 вопросов экзаменационного билета.

Получение на зачете оценки «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» позволяет сделать вывод о достаточной сформированности компетенций ОК-6, ОК-7, ОК-9, ОПК-3, ПК-1.