

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Саровский физико-технический институт -**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра Теоретической и экспериментальной механики**

**УТВЕРЖДАЮ:**

**Декан ФТФ,**

**член-кор. РАН, д.ф.-м.н.,**

\_\_\_\_\_ **А.К. Чернышев**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2022г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Взрывчатые вещества**

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	15.03.03 Прикладная механика
Наименование образовательной программы	Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

\_\_\_\_\_ **А.Л. Михайлов**

протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022г.

г. Саров, 2022 г.

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Зав. кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Зав. кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Зав. кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Зав. кафедрой ТиЭМ, доцент, д.т.н.

А.Л. Михайлов

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью данной дисциплины является** подготовка студентов к самостоятельной профессиональной деятельности по исследованию свойств взрывчатых веществ, а также по разработке и проектированию изделий и устройств, содержащих взрывчатые вещества.

Дисциплина “Взрывчатые вещества” имеет целью заложить у студентов фундаментальные представления о горении и взрыве.

Дисциплина “ Взрывчатые вещества ” является продолжением изучения основ физики взрыва и удара. Знания и практические навыки, полученные в курсе “ Взрывчатые вещества ” используются студентами при изучении, разработке курсовых работ по дисциплинам «Экспериментальная механика», « Исследование свойств материалов при динамических нагрузках» и выпускных квалификационных работ.

**Задачами изложения и изучения дисциплины является** заложить основы:

- фундаментальных представлений о физико–химических процессах, протекающих во взрывчатых веществах при горении и взрыве;
- системного подхода к определению свойств взрывчатых веществ;
- принципов создания ВВ с заданными целевыми характеристиками;
- технологии изготовления взрывчатых веществ, составов и зарядов;
- представлений об охране и безопасности труда при работе с ВВ.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина относится к циклу дисциплин направления рабочего учебного плана по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика»

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и компетенциях студента, полученных им при освоении предшествующих, по учебному плану, дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия».

Причем эта дисциплина является необходимой для освоения последующих специальных дисциплин: «Экспериментальная механика», «Физика взрыва и удара», «Техника физического эксперимента».

Основные положения дисциплины могут быть использованы студентами при выполнении курсовых работ и проектов по дисциплинам учебного плана, а также при выполнении выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).

Для освоения дисциплины необходимо

**Знать:**

- основные понятия и законы органической химии;
- вопросы математического анализа,

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:*

- Способен к определению расчетных характеристик материалов, применяемых при конструировании изделий (ПК-3).

#### 3.1 Индикаторы достижения профессиональных компетенций:

З-ПК-3 Знать основы теории проведения измерений при экспериментальных работах; основы материаловедения; физические и механические характеристики конструкционных материалов; основы теории устойчивости конструкций; основы механики разрушения; основы теории колебаний.

У-ПК-3 Уметь применять методики расчета на прочность различных типов конструкций; применять инструментарий:

-пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации и инженерных расчетов;

- пользоваться программным обеспечением для расчетов на прочность.

В-ПК-3 Владеть экспериментальное определение усталостных характеристик образцов материалов и элементов конструкции; обработка экспериментальных данных по результатам испытаний образцов; анализ результатов экспериментальных исследований.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** кредита, **108** часов, интерактивные часы – 4 часа.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел *
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы			
			<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>			
<b>6 семестр</b>								
1.	Понятие о взрыве. Классификация взрывчатых веществ. Основные требования, предъявляемые к ВВ.		<b>1</b>	<b>2</b>		контр. работа/ устный опрос	контр. работа/ устный опрос	
2.	Стойкость взрывчатых веществ.		<b>1</b>	<b>2</b>		контр. работа/ устный опрос	контр. работа/ устный опрос	
3.	Самоускоряющиеся химические реакции.		<b>1</b>	<b>2</b>		контр. работа/ устный опрос	контр. работа/ устный опрос	
4.	Медленное химическое превращение конденсированных взрывчатых веществ.		<b>1</b>	<b>2</b>		контр. работа/ устный опрос	контр. работа/ устный опрос	
5.	Методы экспериментального определения химической стойкости взрывчатых веществ.		<b>1</b>	<b>2</b>		контр. работа/ устный опрос	контр. работа/ устный опрос	
6.	Гарантированные сроки эксплуатации взрывчатых веществ и изделий их содержаних.		<b>0,5</b>	<b>2</b>		контр. работа/ устный опрос	контр. работа/ устный опрос	
7.	Чувствительность ВВ к внешним воздействиям. Тепловой взрыв. Температура вспышки. Методы их оценки Чувствительность к удару и трению. Методы их определения. Специальные методы определения чувствительности.		<b>1</b>	<b>2</b>		контр. работа/ устный опрос	контр. работа/ устный опрос	
8.	Кислородный баланс. Теплота взрыва. Теплота сгорания. Законы		<b>0,5</b>	<b>1</b>		контр. работа/ устный опрос	контр. работа/ устный опрос	

	Лавуазье и Гесса. Правило составления смесей.						опрос	
9.	Ударно-волновая чувствительность ВВ и её зависимость от структуры. Критические параметры инициирования детонации. Глубина возбуждения детонации. Методы их определения.		<b>1</b>	<b>2</b>			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос
10.	Свойства волн горения и детонации как газодинамического процесса.		<b>0,5</b>	<b>1</b>			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос
11.	Основы теории горения. Закономерности горения газообразных, жидких и твёрдых ВВ. Стационарное и нестационарное горение.		<b>1</b>	<b>2</b>			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос
12.	Основы теории детонации. Модель Чепмена – Жуге. Модель Зельдовича – Неймана – Дёринга.		<b>0,5</b>	<b>1</b>			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос
13.	Экспериментальные методы определения параметров детонации. Скорость детонации. Факторы, влияющие на скорость детонации. Состояния в плоскости Жуге. Расчетные методы оценки скорости детонации.		<b>1</b>	<b>2</b>			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос
14.	Детонационная способность взрывчатых веществ. Идеальный и неидеальный режимы детонации. Принцип Харитона. Предельный и критический диаметры детонации. Методы их определения.		<b>1</b>	<b>2</b>			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос
15.	Методы оценки энергетической эффективности взрывчатых веществ. Теплота взрыва. Работоспособность ВВ. Бризантность. Фугасность.		<b>1</b>	<b>2</b>			контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос

	Трогильный эквивалент.							
16.	Метательное действие взрывчатых веществ. Баллистический маятник. Баллистическая мортира. Методы торцевого метания (БОМ, М-60). Метод разлета цилиндрических оболочек (Т-20)		<b>1</b>	<b>2</b>		контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
17.	Свойства некоторых индивидуальных и смесевых ВВ		<b>0,5</b>	<b>1</b>		контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
18.	Смесевые ВВ. Технология изготовления. Методология создания смесевых ВВ с требуемыми параметрами. Основные способы формирования зарядов из ВВ, их краткая характеристика и область применения.		<b>1</b>	<b>1</b>		контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
19.	Охрана труда и безопасность труда при работе с ВВ.		<b>0,5</b>	<b>2</b>		контр. работа/устный опрос	контр. работа/устный опрос	
	<b>Зачет</b>							<b>0 - 50</b>
	<b>СРС – 60 час</b>							<b>100</b>

#### **4.1. Содержание разделов дисциплины**

Лабораторный практикум.

Лабораторный практикум проводится на базе учебных лабораторий кафедры ТиЭМ ФТФ в СарФТИ НИЯУ МИФИ.

Практические занятия

Практическое занятие 1. Семинар по занятию 2.

Практическое занятие 2. Семинар по занятию 4. Решение задач по химической термодинамике.

Практическое занятие 3. Семинар по занятию 7.

#### **Раздел 1 Понятие о взрыве. Классификация взрывчатых веществ.**

Цели и задачи курса. Роль и значение курса в изучении других специальных дисциплин.

Понятие о взрыве. Физические и химические взрывы. Формы взрыва. Условия необходимые для реализации взрыва. Виды взрывных процессов, характерные различия между ними. Классификация ВВ по составу и характеру применения. Иницирующие ВВ, основные представители ИВВ. Бризантные ВВ, основные представители их. Метательные ВВ и пиротехнические составы, особенности их взрывного превращения. Основные требования, предъявляемые к ВВ.

#### **Раздел 2 Стойкость взрывчатых веществ.**

Основные формы превращения взрывчатых веществ. Основная особенность медленного химического превращения. Зависимость константы скорости реакции в газах от температуры. Зависимость предэкспонента в уравнении Аррениуса от температуры. Связь между энергетическими характеристиками элементарного химического акта и энергией активации процесса. Зависимость константы скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

#### **Раздел 3 Самоускоряющиеся химические реакции.**

Основные механизмы самоускорения реакции. Тепловое самоускорение реакции по Вант-Гоффу. Тепловое самоускорение реакции по Семенову. Тепловой взрыв. Автокаталитический взрыв.

#### **Раздел 4 Медленное химическое превращение конденсированных взрывчатых веществ.**

Общая характеристика медленного химического превращения. Общие закономерности медленного химического превращения. Понятие химической стойкости взрывчатых веществ. Влияние первичного распада на химическую стойкость взрывчатых веществ. Влияние самоускоряющихся превращений на химическую стойкость взрывчатых веществ. Влияние примесей на химическую стойкость взрывчатых веществ.

## **Раздел 5 Методы экспериментального определения химической стойкости взрывчатых веществ.**

Общие характеристики методов экспериментального определения химической стойкости взрывчатых веществ. Особенности (преимущества и недостатки) качественных и полуколичественных методов определения химической стойкости взрывчатых веществ. Особенности (преимущества и недостатки) количественных методов определения химической стойкости взрывчатых веществ.

1. Проба на вспышку.
2. Проба Вьеля.
3. Проба взвешиванием.
4. Проба Обермюллера.
5. Манометрическая проба.
6. Пробы RST и VST.
7. Дифференциально-термический и термогравиметрический анализы.

## **Раздел 6 Гарантированные сроки эксплуатации взрывчатых веществ и изделий их содержащих.**

Определение. Методы оценок гарантированных сроков эксплуатации взрывчатых веществ и температурно-временные условия их ускоренных испытаний. Физическая стойкость взрывчатых веществ.

## **Раздел 7 Чувствительность взрывчатых веществ.**

Определение понятия чувствительность взрывчатых веществ. Характеристики чувствительности взрывчатых веществ. Чувствительность взрывчатых веществ к тепловому импульсу. Метод определения температуры вспышки. Метод «Одномерное время до взрыва».

## **Раздел 8 Чувствительность взрывчатых веществ к механическим воздействиям.**

Факторы, влияющие на чувствительность взрывчатых веществ к механическому импульсу. Возникновение очагов разогрева за счет трения между частицами и слоями взрывчатого вещества. Возникновение местных разогревов при трении твердых поверхностей, между которыми находится взрывчатое вещество. Возникновение очагов разогрева при трении инородных частиц, содержащихся во взрывчатом веществе. Возникновение очагов разогрева при быстром сжатии содержащихся во взрывчатом веществе пузырьков газа или пара. Связь между химической структурой и чувствительностью взрывчатых веществ. Влияние на чувствительность взрывчатого вещества его агрегатного состояния и полиморфной формы. Влияние на чувствительность взрывчатого вещества размеров кристаллов. Влияние на чувствительность взрывчатых веществ температуры испытания. Эффективность начального импульса.

## **Раздел 9 Методы определения чувствительности ВВ к удару.**

Нижний предел чувствительности. Частота взрывов. Определение нижнего предела чувствительности взрывчатых веществ к удару по ГОСТ 4545. Определение частоты взрывов взрывчатых веществ по ГОСТ 4545. Метод определения  $H_{50}\%$ . Определение чувствительности к удару с учетом распространения взрыва на окружающую массу взрывчатого вещества. Определение чувствительности к удару в приборах с бумажной муфтой. Определение чувствительности к удару на большом копре. Определение чувствительности к удару методом сбрасывания.

## **Раздел 10 Специальные методы определения чувствительности.**

Определение чувствительности к трению неударного характера. Определение чувствительности к трению при ударном сдвиге. Технологические пробы. Испытание чувствительности взрывчатых веществ к воздействию пуль и осколочных элементов.

## **Раздел 11 Ударно-волновая чувствительность.**

Связь ударно-волновой чувствительности со структурой взрывчатых веществ. Методы определения ударно-волновой чувствительности взрывчатых веществ. Время задержки нормальной детонации. Глубина возникновения нормальной детонации. Критическое давление инициирования детонации.

## **Раздел 12 Свойства волн горения и детонации как газодинамического процесса**

Законы сохранения для ударных волн с энергосодержанием. Волны дефлаграции и детонации. Детонационная адиабата Гюго-Ранкина. Прямая Михельсона. Сильные и слабые волны дефлаграции и детонации. Состояния Чепмена – Жуге.

## **Раздел 13 Основы теории горения.**

Закономерности горения газообразных, жидких и твердых ВВ. Зависимость скорости горения от давления, температуры и градиента температуры.

## **Раздел 14 Основы теории детонации**

Модель Чепмена – Жуге. Модель Зельдовича – Неймана – Дёринга. Экспериментальные методы определения параметров детонации. Расчетные методы оценки скорости детонации.

Детонационная способность взрывчатых веществ. Идеальный и неидеальный режимы детонации. Принцип Харитона. Предельный и критический диаметры детонации. Методы их определения. Зависимость предельных и критических диаметров от структуры ВВ.

## **Раздел 15 Энергетическая эффективность взрывчатых веществ.**

Теплота взрыва. Бризантность. Фугасность. Тротиловый эквивалент. Их зависимость от различных факторов (плотность, температура, наличие оболочки и т.д.). Методы их оценки. Метательное действие взрывчатых веществ. Баллистический маятник. Баллистическая мортира. Методы торцевого метания (БОМ, М-60). Метод разлета цилиндрических оболочек (Т-20)

## **Раздел 16 Свойства некоторых индивидуальных и смесевых ВВ**

Тротил. Тетрил. Гексоген. Октоген. Тэн. Нитроглицерин. Коллоксилин. Смесевые ВВ: ВВ ОМА, аммониты водоустойчивые, аммоналы.

### **Раздел 17 Смесевые ВВ. Технология изготовления. Методология создания смесевых ВВ с требуемыми параметрами.**

Типы смесевых ВВ. Роль связующего при изготовлении смесевых ВВ. Требования, предъявляемые к компонентам смесевых ВВ. Технологии изготовления пластических, эластических и пластизольных смесевых ВВ. Технологии изготовления термопластических смесевых ВВ. Методология создания смесевых ВВ с требуемыми параметрами.. Основные способы формирования зарядов из ВВ, их краткая характеристика и область применения.

### **Раздел 18 Охрана труда и безопасность труда при работе с ВВ.**

Требования к работающим с ВВ. Виды инструктажа, порядок обучения работающих. Допуск ВВ к работе. Производственно-техническая и технологическая документация, необходимая для работы с ВВ. Перечень и требования к ней. Требования к оборудованию, электроустановкам, вентиляции. Основные правила по безопасности труда при работе с ВВ (нагревание, изготовление, прессование, доработка и т.д.). Правила транспортирования ВВ. Правила гигиены труда.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для реализации компетентного подхода предусматривается использование в учебном процессе проведения совместных мастер-классов экспертов и специалистов ведущих подразделений РФЯЦ-ВНИИЭФ с учетом использования новейших методов и средств измерений при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике работ РФЯЦ-ВНИИЭФ.

Кафедра «Теоретической и экспериментальной механики» ФТФ в настоящее время располагает тем набором технических, программных, мультимедийных, электронных, печатных и аппаратных средств, которые в процессе реализации Рабочей программы по дисциплине «Взрывчатые вещества» позволяют в полной мере применять метод проблемного изложения материала в сочетании с рейтинговой системой аттестации студентов.

При изложении лекционного материала используются ЭСО, проекторы, компьютеры, ноутбуки. На кафедре накоплен большой объем материала на электронных носителях, обеспечивающий возможность демонстраций результатов.

Одним из важных подходов, используемым для развития мотивации к изучению дисциплины «Взрывчатые вещества», является освещение на всех видах занятий, включая, и

курсовое и дипломное проектирование, результатов измерений, достигнутых преподавателями, аспирантами, магистрантами и бакалаврами в процессе выполнения научных исследований.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.**

### **Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)**

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает две составляющие: текущую СРС и творческую проектно-ориентированную СР (ТСР).

*Текущая СРС* направлена на углубление и закрепление знаний студентов, развитие практических умений и представляет собой:

- применение основных законов естественнонаучных дисциплин профессиональной деятельности;
- применение методов математического анализа и экспериментального исследования для решения вопросов по темам рефератов по дисциплине и оформление материалов для их описания.

*Творческая проектно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)*, ориентирована на развитие интеллектуальных умений, комплекса общекультурных и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и представляет собой:

- умение оценивать бризантность и работоспособность взрывчатых веществ;
- оценивать объём, состав и токсичность продуктов реакции взрывчатого разложения;
- рассчитывать теплоту взрыва и сгорания;
- рассчитывать гарантийные сроки хранения взрывчатых веществ;
- оценивать параметры детонации;
- выбирать и составлять смесевые ВВ, с заданными целевыми характеристиками необходимыми для выполнения конкретной задачи;
- выбирать необходимые экспериментальные методы для исследования конкретной характеристики взрывчатого вещества;
- умение проводить измерения и исследования по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов;

### **Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине**

#### **1. Примерные темы рефератов**

- 1 Метод максимального газообразования (принцип Ле-Шателье-Малляра).
- 2 Расчет состава продуктов взрыва по Бринкли-Вильсону.
- 3 Токсичность продуктов взрыва ВВ.
4. Метод расчета температуры взрыва.
5. Теория теплового взрыва по Н.Н.Семёнову.

## 2. Примерные темы домашних заданий

- 1 Рассчитать кислородный баланс и кислородный коэффициент конкретных ВВ.
- 2 Рассчитать теплоту взрыва конкретных взрывчатых смесей на основе закона Гесса.
3. Составить брутто-формулы конкретных смесевых ВВ.

### **Контроль самостоятельной работы**

Контроль СРС студентов проводится путем проверки работ, предложенных обучающимся для выполнения в качестве домашних заданий. Одним из основных видов контроля СРС является защита индивидуальных домашних заданий, являющихся мини - проектами в проектно – ориентированной технологии обучения. Результаты защиты контрольных заданий определяют умения и навыки в проектировании средств измерений. Наряду с контролем СРС со стороны преподавателя предполагается личный самоконтроль по выполнению СРС со стороны студентов.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Для организации самостоятельной работы студентов рекомендуется использование основного и дополнительного списков литературы и Internet- ресурсов.

Предусмотрено также использование электронных учебников, а также специализированного программного обеспечения в процессе освоения дисциплины.

### **Текущая и итоговая оценка качества освоения учебной дисциплины**

Целью текущего и итогового контролей знаний являются соответствие формируемых у студентов понятий, знаний, умений и компетенций аналогичным категориям, которые должны появиться у них на соответствующих этапах обучения. Результаты текущего контроля используются для определения уровня подготовки студентов в баллах кредитно - рейтинговой системы. При изучении дисциплины используются следующие виды контроля:

- текущий и промежуточные контроли соответствия знаний, умений и компетенций студентов на этапах их обучения;
- контроль за своевременностью и правильностью выполнения итогового продукта студентов.

По результатам проведенного текущего контроля по всем его видам формируется допуск студента к итоговому контролю – зачету или экзамену.

Промежуточный (рубежный) контроль осуществляется по результатам контрольных работ, выполняемых во внеаудиторное время, так как ко времени первых двух аттестаций в каждом семестре аудиторные занятия представлены только лекциями.

### **Вопросы к зачету.**

1. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса.

2. Скорость химической реакции. Условия химического равновесия.
3. Уравнение Аррениуса. Энергия активации реагирующих систем.
4. Воспламенение горючих смесей. Тепловое самовоспламенение.
5. Теория теплового взрыва Н.Н. Семенова.
6. Особенности горения твердых взрывчатых веществ..
7. Принципиальные отличия процессов горения от взрыва.
8. Что такое взрыв и его характерные признаки.
9. Какие бывают взрывы? Что является причиной разрушительного характера взрыва?
10. Основные формы химического превращения ВВ.
11. Что такое «термическое разложение» и «термический взрыв»?
12. Основные требования, предъявляемые к ВВ.
13. Что представляет собой стационарное горение ВВ? Назовите основные признаки.
14. Какой процесс называется детонацией? С какой скоростью распространяется детонация в твердых ВВ, жидких и газообразных?
15. Связь между химической структурой и чувствительностью взрывчатых веществ.
16. Связь между энергетическими характеристиками элементарного химического акта и энергией активации этого процесса.
17. Что представляет собой структура фронта детонационной волны?
18. Какому условию удовлетворяет детонация по Чепмену-Жуге?
19. Сформулируйте принцип Ю.Харитона.
20. Что понимают под термином «идеальная детонация» и «детонация в неидеальном режиме»?
21. Какие существуют экспериментальные методы исследования детонации? Кратко охарактеризуйте каждый из названных вами методов.
22. Сформулируйте закон Гесса. Его значение для теории ВВ.
23. Связь между структурой ВВ как твердого тела и его ударноволновой чувствительностью.
24. Что называется кислородным балансом? Для чего необходимо знать величину кислородного баланса и как он рассчитывается?
25. Что такое температура вспышки? Методы её определения.
26. Характеристики чувствительности ВВ к удару и трению. Методы их определения.
27. Работоспособность ВВ и методы её определения.
28. Недосжатый и пересжатый режимы детонации.
29. Условия течения продуктов взрыва в недосжатой и пересжатой детонационной волне.
30. Распределение температуры в волне горения.

31. Физические основы определение параметров Жуге.
32. Модель детонации Зельдовича.
33. Модель детонации Жуге.
34. Экспериментальный осциллографический метод определения скорости детонации.
35. Основные положения теории детонации.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рекомендуемая литература

### **ОСНОВНАЯ:**

1. Андреев К.К. и Беляев А.Ф., Теория взрывчатых веществ, Государственное научно-техническое издательство, Оборонгиз, Москва, 1960 г.
2. Горст А.Г., Пороха и взрывчатые вещества, Издание третье переработанное, Издательство «Машиностроение», Москва, 1972 г.
3. Взрывчатые вещества. Том I и II. Основные свойства. Технология изготовления и переработки. Под редакцией Л.В. Фомичевой. ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», Саров, 2007.
4. Селиванов В.В Взрывные технологии. учебник для вузов,/ В.В. Селиванов, И.Ф. Кобылкин, С.А.Новиков -2 изд.перераб.и доп.-Москва изд.МГТУ. 2014.-519с.
5. С.А.Новиков Взрывные технологии
6. Методы исследования свойств материалов при интенсивных динамических нагрузках: Монография/ Под общ. ред. д-ра физ.-мат. Наук М.В. Жерноклетова.- 2-е изд.,доп.и испр.- Саров:ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ».2005.-428 с.-ил.

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:**

1. Физика взрыва. Издание третье, переработанное в двух томах под редакцией Л.П.Орленко. М. ФИЗМАТЛИТ. 2002 г.
2. Зельдович Я.Б., Баренблатт Г. И., Либрович В.Б., Махвиладзе Г.М. Математическая теория горения и взрыва. «Наука», Москва, 1980.
3. Боуден и Иоффе. Возбуждение и развитие взрыва в твердых и жидких веществах. Перевод с английского под редакцией А.И. Гольбиндера. Изд-во иностранной литературы. Москва. 1955.

### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Научно-техническая и учебная литература по дисциплине выложена на следующих сайтах:

- [http:// window.edu.ru](http://window.edu.ru)
- <http://techlibrary.ru>
- <http://univerty.ru/> video/
- [www.library.mrsu.ru](http://www.library.mrsu.ru)

## **Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.**

Примерным учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр. В конце семестра предусмотрен Экзамен. В семестре проводится одна контрольная работа и выполняется одно домашнее задание и курсовая работа.(зСо)

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение дисциплины производится на базе учебных лабораторий кафедр ТиЭМ ФТФ в СарФТИ НИЯУ МИФИ учебных корпусов 3, 4 и 5 и в ИФВ РФЯЦ-ВНИИЭФ зд.64 площадка Основная. Лаборатории оснащены современным оборудованием, позволяющим проводить практические и лабораторные занятия. Выполнение лабораторных работ, а также самостоятельной работы студентов осуществляется на рабочих местах оснащенных макетами ЛР с соответствующим комплектом средств измерений и объектами исследований. Здесь же проводятся консультации по текущим вопросам и по курсовому проектированию курсовых проектов.

В лабораториях имеются различные приборы и измерительно-вычислительные комплексы (ИВК ).

В качестве материально-технического обеспечения используются также ресурсы и программно-аппаратное обеспечение компьютерного класса в ауд. 113б (например, комплекс LabView).

При выполнении лабораторных, научно-исследовательских, опытно-конструкторских, хоздоговорных и госбюджетных работ используются современные средства измерения и контроля разных фирм и др. На кафедре имеются и используются оснащенные компьютерными системами управления исследовательские стенды и технологические комплексы для исследования квазидинамических диаграмм деформирования материалов, ударных адиабат и откольной прочности материалов при ударно-волновых нагрузках. В распоряжении студентов предоставлен полный комплект материалов учебно-методического комплекса УМК, размещенный на сайте СарФТИ, на компьютерах кафедры, на электронных носителях.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению 15.03.03 Прикладная механика.

**Автор:** к.хим.н., доцент Мильченко Д.В.

**Рецензент:** профессор кафедры ТиЭМ, д.ф-м.н., доцент В.А. Огородников