

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ ВЗРЫВА

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Взрыватели
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Савенков Георгий Георгиевич, д.т.н., профессор, профессор

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Оськин И.А., д.т.н.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Заведующий кафедрой Оськин И.А., д.т.н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ВЗРЫВА

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-11 — Способен ориентироваться в проблемных ситуациях и решать сложные вопросы проектирования, производства, испытания и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-11

знания:

физики и моделей процессов в высокоэнергетических материалах;

условий выполнения устройствами и механизмами приборов управления, требуемых от них функциональных свойств;

умения:

применять теоретические методы и приёмы анализа процессов в высокоэнергетических материалах;

проводить практические работы по оценке параметров высокоэнергетических материалов;

навыки:

критического анализа возможных направлений совершенствования и развития узлов приборов управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ ВЗРЫВА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЛОСОФИЯ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРОРАДИОКОМПОНЕНТЫ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ, ОСНОВЫ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-11 — Способен ориентироваться в проблемных ситуациях и решать сложные вопросы проектирования, производства, испытания и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения
- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ПК-1 — Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования
- ПК-3 — Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей
- УК-5 — Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-11
3	6	Раздел 1. Основные сведения о процессах взрывчатого превращения. 1.1 Классификация процессов взрывчатого превращения. Этапы развития теории процессов взрывчатого превращения. 1.2 Математический аппарат теории взрыва.	14	6	4	2	8	10
3	6	Раздел 2. Процессы воспламенения и горения высокоэнергетических материалов (ВМ). 2.1 Основные физико-химические свойства ВМ. 2.2 Особенности горения ВМ. Условия воспламенения. Области и зоны горения ВМ. 2.3 Уравнения процессов теплопроводности в ортогональных системах координат. 2.4 Оценка параметров воспламенения ВМ при постоянной температуре на поверхности ВМ: профиля температуры, глубины прогретого слоя, времени воспламенения. 2.5 Воспламенение ВМ постоянным внешним тепловым потоком. Параметры тепловых полей. Оценка времени воспламенения. 2.6 Влияние температуры окружающей среды на скорость горения ВМ. 2.7 Определение скорости стационарного горения ВМ. 2.8 Аperiodический и колебательный режимы горения ВМ и условия их возникновения. 2.9 Анализ тепловых процессов в мостиковых электровоспламенителях. 2.10 Явные и неявные разностные схемы. Устойчивость разностных схем. Примеры моделирования процессов теплопроводности.	32	18	12	6	14	40
3	6	Раздел 3. Ударно-волновые процессы в конденсированных материалах. 3.1 Уравнения движения сплошной среды. Интегральные и дифференциальные формы записи уравнений. 3.2 Уравнения состояния сред. 3.3 Ударные волны, условия их возникновения. Структура фронта ударной волны. Соотношения на фронте ударных волн. Ударные адиабаты. 3.4 Переход ударной волны через контактную поверхность сред. Использование ударных адиабат для расчета параметров ударных волн. 3.5 Косые ударные волны. Соотношения на фронте ударных волн. Волны Маха.	16	6	4	2	10	20
3	6	Раздел 4. Детонационные процессы в ВМ. 4.1 Условия возникновения, структура фронта, детонационной волны, основные зависимости. Детонационные волны в ВМ. 4.2 Уравнения состояния продуктов детонации ВМ. 4.3 Распределение параметров продуктов взрыва за фронтом плоской детонационной волны. 4.4 Истечение продуктов детонации в вакуум. Оценка скорости истечения. 4.5 Падение детонационной волны на оболочку. Расчет параметров ударных волн. Оценка скорости метания оболочек продуктами детонации. 4.6 Методы оценки чувствительности ВМ к воздействию ударных волн. 4.7 Возбуждение детонации ВМ ударными волнами и осколками. 4.8 Передача детонации через различные среды. Понятие об имплозии.	32	15	10	5	17	20
3	6	Раздел 5. Численные методы моделирования ударно-волновых и детонационных процессов. 5.1 Принципы построения явных разностных схем для уравнений гиперболического типа. 5.2 Метод SPH, области применения.	14	6	4	2	8	10
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные сведения о процессах взрывчатого превращения.	Классификация процессов взрывчатого превращения. Основные этапы развития теории взрывчатого превращения.	1
2		Обзор моделей процессов взрывчатого превращения в ВМ. Системы координат и их преобразования. Математический аппарат теории взрыва.	1
3	Раздел 2. Процессы воспламенения и горения высокоэнергетических материалов (ВМ).	Оценка характеристик воспламенения ВМ при постоянной температуре на поверхности ВМ; профиля температуры, глубины прогретого слоя, времени воспламенения. Воспламенение ВМ постоянным внешним тепловым потоком. Оценка времени воспламенения.	2
4		Влияние температуры окружающей среды на скорость горения ВМ. Определение скорости стационарного горения ВМ. Аperiodический и колебательный режимы горения ВМ и условия их возникновения.	1
5		Анализ тепловых процессов в мостиковых электровоспламенителях.	1
6		Вычислительные методов интегрирования уравнений параболического типа. Явные и неявные разностные схемы.	1

		устойчивость разностных схем. Примеры моделирования процессов теплопроводности.	
7		Основные физико-химические свойства порохов, пиротехнических составов, систем высокотемпературного синтеза и взрывчатых веществ (ВВ). Особенности горения ВМ. Условия воспламенения. Области и зоны горения ВМ.	1
8	Раздел 3. Ударно-волновые процессы в конденсированных материалах.	Ударные волны, условия их возникновения. Структура фронта ударной волны. Соотношения на фронте ударных волн. Ударные адиабаты. Переход ударной волны через контактную поверхность сред. Использование ударных адиабат для расчета параметров ударных волн.	0.5
9		Косые ударные волны. Соотношения на фронте ударных волн. Волны Маха.	0.5
10		Уравнения движения сплошной среды. Интегральные и дифференциальные формы записи уравнений.	0.5
11		Уравнения состояния конденсированных и газообразных сред.	0.5
12	Раздел 4. Детонационные процессы в ВМ.	Детонационные волны в конденсированных ВМ. Условия возникновения, структура фронта детонационной волны и основные зависимости. Уравнения состояния и изоэнтропы продуктов детонации конденсированных ВМ. Методы оценки чувствительности ВМ к воздействию ударных волн. Возбуждение детонации ВМ ударными волнами и осколками. Передача детонации через различные среды.	1
13		Одномерное метание тел продуктами детонации. Понятие об имплозии. Основные соотношения на фронте сходящейся детонационной волны.	2
14		Распределение параметров состояния продуктов взрыва за фронтом плоской детонационной волны. Истечение продуктов детонации в вакуум. Оценка скорости истечения. Падение детонационной волны на оболочку.	2
15	Раздел 5. Численные методы моделирования ударно-волновых и детонационных процессов.	Разностные схемы уравнений в массовых координатах Лагранжа.	1
16		Разностная схема Лакса-Вендроффа.	1
Всего за 6 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные сведения о процессах взрывчатого превращения.	Проработка аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям и рубежной аттестации.	8
2	Раздел 2. Процессы воспламенения и горения высокоэнергетических материалов (ВМ).	Проработка аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям и рубежной аттестации.	14
3	Раздел 3. Ударно-волновые процессы в конденсированных материалах.	Проработка аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям и рубежной аттестации.	10
4	Раздел 4. Детонационные процессы в ВМ.	Проработка аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям и сдаче экзамена.	17
5	Раздел 5. Численные методы моделирования ударно-волновых и детонационных процессов.	Проработка аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям сдаче экзамена.	8
Всего за 6 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6				Отч. по ПЗ		ДР				ДР	ОС		Отч. по ПЗ	ОС		ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ОС – устный опрос студентов;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Б. Л. Глушак. . Физика взрыва. Саров: Изд-во РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2008, эл. рес.
2. В. А. Одинцов, С. В. Ладов, Д. П. Левин. . Оружие и системы вооружения. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 50 экз.
3. В. В. Селиванов, И. Ф. Кобылкин, С. А. Новиков. Взрывные технологии. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014, эл. рес.
4. В. В. Селиванов, И. Ф. Кобылкин, С. А. Новиков. Взрывные технологии. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2014, эл. рес.
5. И. Г. Ассовский. . Физика горения и внутренняя баллистика. М.: Наука, 2005, 11 экз.
6. И. Ф. Кобылкин, В. В. Селиванов. . Возбуждение и распространение взрывных превращений в зарядах взрывчатых веществ. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015, эл. рес.
7. Л. П. Орленко. . Физика взрыва и удара. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 37 экз.
8. Л. П. Орленко. . Физика взрыва и удара. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Теория взрывчатых веществ. М.: Оборонгиз, 1963, 2 экз.
2. Н. М. Беляев, А. А. Рядно. . Методы теории теплопроводности. М.: Высш. шк., 1982, 2 экз.
3. С. Г. Андреев, Ф. А. Баум, И. Ф. Кобылкин. Физика взрыва. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <http://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Maple;
2. Matlab 2015a SP1;
3. Microsoft Office;
4. 7-Zip;
5. PTC Mathcad Prime 5.0;
6. WPS Office;
7. Google Chrome;
8. NI Multisim - академическая версия;

- 9. DjVuReader;
- 10. FEMM.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Плакатные материалы, содержащие общие виды или изображения изделий;
4. Maple;
5. Matlab 2015a SP1;
6. Microsoft Office;
7. 7-Zip;
8. PTC Mathcad Prime 5.0;
9. WPS Office;
10. Google Chrome;
11. NI Multisim - академическая версия;
12. DjVuReader;
13. FEMM.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕОРИЯ ВЗРЫВА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-11 Способен ориентироваться в проблемных ситуациях и решать сложные вопросы проектирования, производства, испытания и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физикой и моделями процессов в ВМ, теоретическими методами и приёмами анализа процессов в ВМ. Рассматриваются основные сведения о процессах взрывчатого превращения, процессы воспламенения и горения ВМ, ударно-волновые процессы в конденсированных материалах, детонационные процессы в ВМ, численные методы моделирования ударно-волновых и детонационных процессов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Основные сведения о процессах взрывчатого превращения.		
Проработка аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям и рубежной аттестации.	В. В. Селиванов, И. Ф. Кобылкин, С. А. Новиков. Взрывные технологии: М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 (Глава 1)	8
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Процессы воспламенения и горения высокоэнергетических материалов (ВМ).		
Проработка аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям и рубежной аттестации.	Н. М. Беляев, А. А. Рядно. . Методы теории теплопроводности: М.: Высш. шк., 1982 (Выборочно по разделам) Л. П. Орленко. . Физика взрыва и удара: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (Выборочно по разделам) . Теория взрывчатых веществ: М.: Оборонгиз, 1963 (Выборочно по разделам) В. В. Селиванов, И. Ф. Кобылкин, С. А. Новиков. Взрывные технологии: М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 (Разделы 3, 4)	14
Итого по разделу 2		14
Раздел 3. Ударно-волновые процессы в конденсированных материалах.		
Проработка аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям и рубежной аттестации.	В. В. Селиванов, И. Ф. Кобылкин, С. А. Новиков. Взрывные технологии: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2014 (Глава 4) И. Г. Ассовский. . Физика горения и внутренняя баллистика: М.: Наука, 2005 (Выборочно по разделам) Б. Л. Глушак. . Физика взрыва: Саров: Изд-во РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2008 (Выборочно по разделам) И. Ф. Кобылкин, В. В. Селиванов. . Возбуждение и распространение взрывных превращений в зарядах взрывчатых веществ: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015 (Глава 1)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Детонационные процессы в ВМ.		
Проработка аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям и сдаче экзамена.	В. А. Одинцов, С. В. Ладов, Д. П. Левин. . Оружие и системы вооружения: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (Выборочно по разделам) В. В. Селиванов, И. Ф. Кобылкин, С. А. Новиков. Взрывные технологии: М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014 (Главы 5, 6, 7) И. Ф. Кобылкин, В. В. Селиванов. . Возбуждение и распространение взрывных превращений в зарядах	17

	взрывчатых веществ: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015 (Главы 2, 3, 5, 6)	
Итого по разделу 4		17
Раздел 5. Численные методы моделирования ударно-волновых и детонационных процессов.		
Проработка аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям сдаче экзамена.	Л. П. Орленко. . Физика взрыва и удара: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006 (Глава 11) С. Г. Андреев, Ф. А. Баум, И. Ф. Кобылкин. Физика взрыва: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002 (Глава 10)	8
Итого по разделу 5		8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Устный опрос студентов

Проводится в устной форме. Тематика опросов соответствует разделам дисциплины; оценки учитываются при выставлении оценки по итогам экзамена.

Устные опросы необходимы для текущего контроля и формирования рейтинга обучающихся к моменту экзамена. Ответ оценивается преподавателем по четырёхбалльной системе; оцениваются корректность и полнота ответа. Оценка выставляется согласно следующим критериям:

«отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;

«хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий;

«неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

По результатам прохождения обучающимися устного опроса преподаватель выставляет оценку согласно вышеуказанным критериям, при этом контрольное мероприятие считается успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Тематика вопросов согласно следующим разделам:

- процессах взрывчатого превращения,
- процессы воспламенения и горения ВМ,
- ударно-волновые процессы в конденсированных материалах,
- детонационные процессы в ВМ,
- численные методы моделирования ударно-волновых и детонационных процессов.

Отчет по практическому заданию

Отчёты по практическим занятиям представляются в рукописной форме или печатной форме.

Критерии оценивания:

- правильное и полное решение поставленной задачи, обоснованность полученных результатов и выводов, аккуратно и качественно выполнена записка, наличие списка использованных источников.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- неполнота выполнения задания и расчетов и т.п.

Вопросы к экзамену

- 1) Основные понятия теплопроводности: поле температур, способы передачи энергии, тепловой поток. Размерности величин.
- 2) Вывод уравнения теплопроводности в интегральной форме записи.
- 3) Вывести уравнение одномерных процессов теплопроводности в дифференциальной форме для прямоугольной системы координат.
- 4) Особенности процесса горения ПС. Область и зоны горения ПС. Условия возникновения процессов горения. Концентрация вещества. Скорость химической реакции.
- 5) Распределение температуры в ПС при постоянной температуре на его поверхности.
- 6) Показать, что уравнение заданного вида является решением заданного уравнения.
- 7) Определение теплового потока потерь через поверхность ПС в период его прогрева при постоянной температуре на поверхности ПС.
- 8) Оценка времени подготовки ПС к воспламенению.
- 9) Оценка интервала температур в зоне ПС, подготовленной к горению
- 10) Оценка толщины слоя ПС, подготовленного к выгоранию.
- 11) Определение профиля температур при стационарном режиме горении ПС.
- 12) Влияние давления и температуры окружающей среды на скорость горения ПС.
- 13) Влияние горения ПС: аperiodический, колебательный (использовать графический метод анализа)
- 14) Численные методы решения уравнений теплопроводности. Принципы построения явных и неявных разностных схем.
- 15) Вывод уравнения неразрывности для продуктов взрывчатого превращения в координатах Эйлера.
16. Ударные волны. Вывод уравнений неразрывности и импульса для фронта плоской ударной волны.
17. Использование интегральных уравнений при выводе уравнений неразрывности на фронте плоской ударной волны.
- 18) Детонационные волны. Структура фронта детонационной волны. Оценка давления, массовой скорости и плотности продуктов взрывчатого превращения на фронте детонационной волны с использованием гидродинамической модели детонации Я.Б. Зельдовича.
- 19) Автомодельное распределение параметров (плотности, массовой скорости) за фронтом плоской детонации волны.
- 20) Распределение плотности и массовой скорости в продуктах взрывчатого превращения ПЗ, размещённого в диафрагме.
- 22) Дифракция детонационных волн. Принципы построения дифракционных детонационных логических элементов.
- 23) Методы оценки чувствительности инициирующих и бризантных ВВ к удару, трению и другим видам внешних воздействий. Показатели чувствительности.
- 24) Компоненты и основные физико-химические параметры пиротехнических составов. Области и объекты применения ПС.
- 25) Наименование и основные физико-химические параметры БВВ. Области и объекты применения.
- 26) Наименования и основные физико-химические параметры ИВВ. Области и объекты применения ИВВ.
- 27) Истечение продуктов детонации в вакуум.

Экзамен

Вопросы к экзамену оформляются в виде билета. Билет включает в себя два теоретических вопроса и практическое задание.

Оценка выставляется согласно следующим критериям:

«отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;

«хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий;

«неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-11	
3	6	Раздел 1. Основные сведения о процессах взрывчатого превращения.	14	6	4	2	8	10	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
3	6	Раздел 2. Процессы воспламенения и горения высокоэнергетических материалов (ВМ).	32	18	12	6	14	40	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
3	6	Раздел 3. Ударно-волновые процессы в конденсированных материалах.	16	6	4	2	10	20	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
3	6	Раздел 4. Детонационные процессы в ВМ.	32	15	10	5	17	20	Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
3	6	Раздел 5. Численные методы моделирования ударно-волновых и детонационных процессов.	14	6	4	2	8	10	Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию, Устный опрос студентов
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

Оценочные материалы по дисциплине ТЕОРИЯ ВЗРЫВА

ОПК-11 - Способен ориентироваться в проблемных ситуациях и решать сложные вопросы проектирования, производства, испытания и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Инвариантные системы это:

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Причина изменения тепловой энергии:

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Соотнесите параметр и размерность в системе МКГС:

А.

1. Время

$$\frac{\text{кг} \cdot \text{с}^2}{\text{м}}$$

2. Масса Б. кгс

3. Сила В. с

4. Скорость

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Соотнесите условие и описание:

1. $\text{div}(a)=0$ А. Объем среды не изменяется

2. $\text{div}(a)>0$ Б. Среда сжимается, ее объем уменьшается

3. $\text{div}(a)<0$ В. Среда расширяется, ее объем уменьшается

Г. Среда расширяется, ее объем увеличивается

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность
Расставить в правильной последовательности описание процесса горения:

1. Прогрев состава до его воспламенения состава

2. Стационарное горение состава

3. Нестационарное горение состава

4. Плавление компонентов окислителя

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность
Расставить в правильной последовательности алгоритм решения задачи о автоматическом распределении параметров в продуктах детонации ВВ:

1. Введение автоматической переменной

2. Преобразование уравнений в частных производных к уравнениям в полных производных.

3. Нахождение решения во временной области обратным преобразованием по Лапласу.

4. Решение системы уравнений в полных производных операторным методом с использованием преобразований по Лапласу.

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Выберите наиболее опасное в обращении вещество:

1. Азид свинца.

2. Дымный ружейный порох.

3. Тротил.
4. Тэн.
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
При каких видах ударных волн формируется ударная волна (УВ) Маха:
1. Плоская ударная волна.
 2. Косая ударная волна.
 3. Цилиндрическая расходящаяся ударная волна.
 4. Сферическая расходящаяся ударная волна.
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Где расположена дозвуковая область течения продуктов детонации:
1. Перед фронтом детонационной волны.
 2. За фронтом детонационной волны.
 3. В области распространения продуктов детонации в направлении противоположном вектору скорости распространения детонационной волны.
 4. В областях, захваченных боковыми волнами разрежения.
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие условия задаются для уравнений теплопроводности – уравнений в частных производных параболического типа:
1. Начальные условия.
 2. Промежуточные условия.
 3. Граничные условия.
 4. Конечные условия.
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие виды ударных волн возникают при взрыве в воздухе:
1. Продольная и поперечная
 2. Параллельная и перпендикулярная
 3. Падающая и отраженная
 4. Сферическая и плоская
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие виды детонации возможны в газах:
1. Стационарная
 2. Низкоскоростная детонация
 3. Высокоскоростная детонация
 4. Нестационарная