

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ГОРЕНИЯ И 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	5	4	144	68	34	17	17	76	0	18	58	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 составили:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Грецова Елена Борисовна, старший преподаватель

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Гусев Александр Александрович, старший преподаватель

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 ОСНОВЫ ГОРЕНИЯ И 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

ПК-1 — Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-11**

*знания:*

об особенностях построения и принципы функционирования взрывателей и составляющих его устройств и механизмов, об условиях функционирования взрывателей различных боеприпасов и условиях служебного обращения с ними;

*умения:*

теоретически владеть методами и приёмами анализа процессов горения смесевых пиротехнических составов и процессов взрывчатого превращения в конденсированных взрывчатых веществах;

*навыки:*

решения простейших вопросов проектирования огневых цепей взрывательных устройств.

### **ПК-1**

*знания:*

- принципы выполнения различных функциональных задач механизмами и устройствами взрывателей;

устройства и действия элементов огневых и пиротехнических цепей взрывателей;

- рецептуру и свойства порохов, пиротехнических составов, инициирующих и бризантных взрывчатых веществ;

- физика процессов горения смесевых пиротехнических составов и процессов взрывчатого превращения в конденсированных взрывчатых веществах.;

*умения:*

- возможности выполнения устройствами и механизмами взрывателей, требуемых от них функциональных свойств;

- практически проводить экспериментальные работы по определению функциональных параметров элементов огневых и пиротехнических цепей;

*навыки:*

- ориентирования в механизмах и устройствах управляющих систем различного назначения, их критического анализа и возможных направлений их совершенствования;

- выбор элементов огневой и пиротехнической цепей и их структуры, состава.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

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

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕОРИЯ ВЗРЫВА, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, АРТИЛЛЕРИЙСКАЯ ТЕХНИКА, РАКЕТНАЯ ТЕХНИКА, БОЕПРИПАСЫ, АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен понимать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве
- ОПК-16 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию и технически грамотно оформлять и представлять результаты научно-исследовательских работ, связанных с боеприпасами и взрывателями различного типа и назначения
- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ОПК-7 — Способен анализировать текущее состояние и тенденции развития оружия и систем вооружения

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-11	ПК-1
3	5	<b>Раздел 1. Основные сведения о взрывчатых превращениях.</b> 1.1 Процессы горения и взрыва в природе и технике. 1.2 Общие требования, предъявляемые к взрывателям: безопасность в обращении и применении, при выстреле и на начальном участке траектории; безопасность в аварийных ситуациях; взводим ость; помехозащищенность; эффективность и надежность действия; сохраняемость; производственно-экономические и специальные требования. 1.3 Структурная схема взрывателя: огневая цель (ОЦ), система предохранения, инициирующая система. Назначение элементов ОЦ; классификация ОЦ по способу предохранения. Типовые ОЦ взрывателей.	14	6	4	0	2	8	10	15
3	5	<b>Раздел 2. Общая характеристика процессов взрывчатого превращения взрывчатых веществ (ВВ), порохов и пиротехнических составов (ПС).</b> 2.1 Процесс взрыва и его основные параметры. 2.2 Классификация ВВ. Иницирующие ВВ (ИВВ): ТНРС, азид свинца, гремучая ртуть, тетразен, ацетилениды и некоторые производные отдельных классов органических соединений. 2.3 Бризантные ВВ (БВВ): общая характеристика и классификация БВВ; индивидуальные БВВ - тротил, тетрил, гексоген, тол, октоген, амидин, смесевые БВВ. 2.4 Пороха и ПС. Классификация порохов и ПС. Состав дымных порохов и порохов каллоидного типа, форма и размеры порохов. Основные сведения о маркировке порохов. Пороха и ПС для взрывателей. Дымные пороха ТО-34, ДРП, КР-75. Пиротехнические составы: воспламенятельные, замедлительные, малогазовые медленногорящие и специального назначения (В-11, ТВС-6, СЦ-1, ПК-5, МГС-54, МГС-100, МС-2, МК, СБ-200, СМ-300, УМЗС, ПКС-47). 2.5 Чувствительность ВВ и ПС к внешним воздействиям и методы ее оценки.	33	10	8	0	2	23	25	20
3	5	<b>Раздел 3. Средства воспламенения и детонирования.</b> 3.1 Капсюли-воспламенители (КВ). Назначение КВ, их классификация и основные требования к ним. Конструкции КВ. Рецептуры накольных составов КВ. Термостойкость КВ. Чувствительность КВ к наколу, энергия накола. Время срабатывания КВ. 3.2 Электровоспламенители (ЭВ). Назначение ЭВ и основные требования к ним. Мостиковые и искровые ЭВ. Энергия их срабатывания. 3.3 Капсюли-детонаторы (КД). Назначение, классификация, требования. Устройство накольных, лучевых КД и КД двойного действия. Рецептатура капсюльных составов. Методы повышения термостойкости КД. Чувствительность КД к начальному импульсу. Иницирующая способность КД. 3.4 Электродетонаторы (ЭД). Назначение, классификация, требования. Устройство мостиковых ЭД, искровых ЭД и ЭД двойного действия. Чувствительность ЭД к начальному инициирующему импульсу. Методы защиты ЭД от электростатических зарядов. 3.5 Передаточные заряды (ПЗ) и детонаторы (ДТ). Назначение, требования, устройство. Методы изоляции средств передачи детонации в ПДУ взрывателей. 3.6 Удлиненные заряды, детонирующие шнуры и огнепроводные шнуры. Перспективные принципы построения электрических средств инициирования.	68	41	14	17	10	27	45	45
3	5	<b>Раздел 4. Элементы пиротехнических цепей взрывателей.</b> 4.1 Пиротехнические временные устройства (ПВУ). Классификация ПВУ. Основные требования к замедлителям. Особенности конструкций замедлителей к взрывателям для реактивных снарядов. Газодинамические замедлительные устройства. 4.2 Пиротехнические предохранительные механизмы (ПМ), требования к ним. Конструкции пиротехнических ПМ. Пироконтактные реле. Петарды взрывателей, их конструкции и основные требования к ним. 4.3 Методы определения времени действия ПВУ.	29	11	8	0	3	18	20	20
Всего за 5 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные сведения о	1.1. Процессы горения и взрыва в природе и технике. 1.2. Общие требования, предъявляемые к взрывателям: безопасность в обращении и применении, при выстреле и на начальном участке траектории; безопасность в аварийных ситуациях; взводимость;	2

	взрывчатых превращениях.	помехозащищенность; эффективность и надежность действия; сохраняемость; производственно-экономические и специальные требования. 1.3. Структурная схема взрывателя: огневая цель (ОЦ), система предохранения, инициирующая система. Назначение элементов ОЦ; классификация ОЦ по способу предохранения. Типовые ОЦ взрывателей.	
2	Раздел 2. Общая характеристика процессов взрывчатого превращения взрывчатых веществ (ВВ), порохов и пиротехнических составов (ПС).	Процесс взрыва и его основные параметры. Классификация ВВ. Иницирующие ВВ (ИВВ): ТНРС, азид свинца, гремучая ртуть, тетразен, ацетилениды и некоторые производные отдельных классов органических соединений. Бризантные ВВ (БВВ): общая характеристика и классификация БВВ; индивидуальные БВВ - тротил, тетрил, гексоген, тол, октоген, амидин, смесевые БВВ. Пороха и ПС. Классификация порохов и ПС. Состав дымных порохов и порохов каллоидного типа. Чувствительность ВВ и ПС к внешним воздействиям и методы ее оценки	2
3	Раздел 3. Средства воспламенения и детонирования.	Капсюли-воспламенители (КВ). Назначение КВ, их классификация и основные требования к ним. Конструкции КВ. Рецептуры наковых составов КВ. Термостойкость КВ. Чувствительность КВ к наколу, энергия накола. Время срабатывания КВ.	3
4		Электровоспламенители (ЭВ). Назначение ЭВ и основные требования к ним. Мостиковые и искровые ЭВ. Энергия их срабатывания.	4
5		Капсюли-детонаторы (КД). Назначение, классификация, требования. Устройство наковых, лучевых КД и КД двойного действия. Рецепттура капсюльных составов. Методы повышения термостойкости КД. Чувствительность КД к начальному импульсу. Иницирующая способность КД. Электродетонаторы (ЭД). Назначение, классификация, требования. Устройство мостиковых ЭД, искровых ЭД и ЭД двойного действия.	3
6	Раздел 4. Элементы пиротехнических цепей	Пиротехнические временные устройства (ПВУ). Классификация ПВУ. Основные требования к замедлителям. Особенности конструкций замедлителей к взрывателям для реактивных снарядов. Газодинамические замедлительные устройства.	2
7	взрывателей.	Пиротехнические предохранительные механизмы (ПМ), требования к ним. Конструкции пиротехнических ПМ.	1
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Средства воспламенения и детонирования.	Определение чувствительности КВ к наколу жалом.	3
2		Определение чувствительности ЭВ к электрическому току и энергии срабатывания и детонирования ЭВ.	4
3		Определение состава и давления продуктов взрывчатого превращения средств и детонирования инициирования.	4
4		Высокоскоростные фоторегистрирующие установки ВФУ, СКС, ЖЛВ. Синхронизация и детонирования процессов.	3
5		Методы обработки результатов измерений. Определение скорости движения продуктов и детонирования взрывчатого превращения.	3
Всего за 5 семестр			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные сведения о взрывчатых превращениях.	Проработка аудиторных занятий, оформление лабораторных работ, подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена.	6

2		Выбор и согласование тем курсовых работ. Оформление проектов заданий на курсовые работы.	2
3	Раздел 2. Общая характеристика процессов взрывчатого превращения взрывчатых веществ (ВВ), порохов и пиротехнических составов (ПС).	Проработка аудиторных занятий, оформление лабораторных работ, подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена.	19
4		Оформление заданий на курсовые работы. Анализ состояния вопроса. Ознакомление с технической литературой и интернет-источниками в рамках тем курсовых работ.	4
5	Раздел 3. Средства воспламенения и детонирования.	Проработка аудиторных занятий, оформление лабораторных работ, подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена.	21
6		Изучение нормативной литературы (ГОСТы, ОСТы, нормали, технические условия) в рамках тем курсовых работ. Разработка текстовой части курсовой работы.	6
7	Раздел 4. Элементы пиротехнических цепей взрывателей.	Проработка аудиторных занятий, оформление лабораторных работ, подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена.	12
8		Разработка расчётно-графической части курсовых работ. Оформление пояснительных записок, подготовка к защите курсовых работ.	6
Всего за 5 семестр			76

### 3.5. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Выбор темы курсовой работы	1 - 4	2
Этап 2. Составление задания на курсовую работу	4 - 5	2
Этап 3. Выполнение курсовой работы	5 - 14	12
Этап 4. Выполнение курсовой работы	14 - 17	2
<b>Всего за 5 семестр</b>		<b>18</b>

## 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
5			ДЗ	ЛР	КР, ДЗ	ДР		Колл	ЛР, ДЗ	ДР		ДЗ	ЛР	КР		ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- ЛР – лабораторная работа;
- КР – курсовая работа;
- Колл – коллоквиум;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- лабораторная работа;
- курсовая работа;
- коллоквиум;
- вопросы к экзамену.



**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Боеприпасы. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, 200 экз.
2. А. Г. Горст. . Пороха и взрывчатые вещества. М.: Оборонгиз, 1957, 25 экз.
3. Г. В. Барбашов, Е. Б. Грецова, А. П. Смирнов. . Пиротехнические и огневые цепи систем управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999, 148 экз.
4. Г. В. Барбашов, Е. Б. Грецова, А. П. Смирнов. . Пиротехнические и огневые цепи систем управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999, 130 экз.
5. Л. В. Дубнов, Н. С. Бахаревиц, А. И. Романов. . Промышленные взрывчатые вещества. М.: Недра, 1988, 5 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. А. Шидловский. . Основы пиротехники. М.: Машиностроение, 1964, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вестник академии военных наук;
2. Вестник военного образования;
3. Вопросы оборонной техники. Серия 16.

### 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://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

### 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](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. Microsoft Office;
2. КОМПАС-3D V17.

### 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. Плакатные материалы, содержащие общие виды или изображения изделий;
2. Фильмы по разделам дисциплины;
3. Microsoft Office.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Комплект учебных плакатов по специзделиям;
4. Microsoft Office;
5. КОМПАС-3D V17.

### **6.4. 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 **ОСНОВЫ ГОРЕНИЯ И 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;

ПК-1 Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами построения элементов ОЦ взрывателей различного назначения, с устройством и действием этих элементов и основными физическими процессами, характерными для функционирования этих элементов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- лабораторная работа;
- курсовая работа;
- коллоквиум;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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.
<b>Раздел 1. Основные сведения о взрывчатых превращениях.</b>		
Проработка аудиторных занятий, оформление лабораторных работ, подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена.	А. А. Шидловский. . Основы пиротехники: М.: Машиностроение, 1964 (Страницы 4-10) А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (Все главы)	6
Выбор и согласование тем курсовых работ. Оформление проектов заданий на курсовые работы.	А. Г. Горст. . Пороха и взрывчатые вещества: М.: Оборонгиз, 1957 (Страницы 3-26)	2
Итого по разделу 1		8
<b>Раздел 2. Общая характеристика процессов взрывчатого превращения взрывчатых веществ (ВВ), порохов и пиротехнических составов (ПС).</b>		
Проработка аудиторных занятий, оформление лабораторных работ, подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена.	А. Г. Горст. . Пороха и взрывчатые вещества: М.: Оборонгиз, 1957 (Страницы 49-82) Г. В. Барбашов, Е. Б. Грецова, А. П. Смирнов. . Пиротехнические и огневые цепи систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (Страницы 32-57) Г. В. Барбашов, Е. Б. Грецова, А. П. Смирнов. . Пиротехнические и огневые цепи систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (Страницы 24-47)	19
Оформление заданий на курсовые работы. Анализ состояния вопроса. Ознакомление с технической литературой и интернет-источниками в рамках тем курсовых работ.	А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (Все главы)	4
Итого по разделу 2		23
<b>Раздел 3. Средства воспламенения и детонирования.</b>		
Проработка аудиторных занятий, оформление лабораторных работ, подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена.	А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (Все главы) А. Г. Горст. . Пороха и взрывчатые вещества: М.: Оборонгиз, 1957 (Страница 49-82)	21
Изучение нормативной литературы (ГОСТы, ОСТы, нормы, технические условия) в рамках тем курсовых работ. Разработка текстовой части курсовой работы.	Г. В. Барбашов, Е. Б. Грецова, А. П. Смирнов. . Пиротехнические и огневые цепи систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (Страницы 48-112) Г. В. Барбашов, Е. Б. Грецова, А. П. Смирнов. . Пиротехнические и огневые цепи систем управления: СПб.БГТУ	6

	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (Страницы 58-108)	
Итого по разделу 3		27
<b>Раздел 4. Элементы пиротехнических цепей взрывателей.</b>		
Проработка аудиторных занятий, оформление лабораторных работ, подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена.	Г. В. Барбашов, Е. Б. Грецова, А. П. Смирнов. . Пиротехнические и огневые цепи систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (Страницы 113-142) А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (Все главы) А. А. Шидловский. . Основы пиротехники: М.: Машиностроение, 1964 (Страница 320)	12
Разработка расчётно-графической части курсовых работ. Оформление пояснительных записок, подготовка к защите курсовых работ.	Л. В. Дубнов, Н. С. Бахаревиц, А. И. Романов. . Промышленные взрывчатые вещества: М.: Недра, 1988 (Главы 1-9) Г. В. Барбашов, Е. Б. Грецова, А. П. Смирнов. . Пиротехнические и огневые цепи систем управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (Страницы 110-125)	6
Итого по разделу 4		18

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- коллоквиум;
- курсовая работа;
- лабораторная работа;
- 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.

#### Домашнее задание

Перечень тем домашних заданий:

- 1) "Структура огневой цепи";
- 2) "Пиротехнические элементы огневой цепи";
- 3) "Адиабта Гюгонио";
- 4) "Детонационные элементы огневой цепи".

Выполненные задания оцениваются преподавателем по четырёхбалльной шкале:

«отлично» - глубокое усвоение теоретического материала - демонстрация полных, последовательных, грамотных и логических решений при выполнении практического задания, владение разносторонними навыками и приемами;

«хорошо» - знание программного теоретического материала - грамотное изложение, без существенных неточностей при выполнении задания, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении задач;

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

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

#### Коллоквиум

Проводится в устной форме. На коллоквиум выносятся часть материала экзамена; оценка за коллоквиум учитывается при выставлении оценки по итогам экзамена по дисциплине.

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 сдачи обучающимся коллоквиума преподаватель выставляет оценку согласно вышеуказанным критериям, при этом контрольное мероприятие считается пройденным успешно в

случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Ориентировочный перечень вопросов к коллоквиуму:

1. Роль и место ВУ в системе оружия. Понятие «трубка», «взрыватель», «системы управления действием боеприпаса».
2. Структура ВУ в соответствии с основными функциями, выполняемыми системой управления в боеприпасе.
3. Основные виды внешних воздействий на ВУ. Понятие «внешний фактор», «внешняя команда».
4. Структура ОЦ. Тип и вид цепи на примере ВУ В-25, В-19У.
5. Структура ОЦ. Тип и вид цепи на примере ВУ МД-10, КТМ-1.
6. Структура ОЦ. Тип и вид цепи на примере ВУ МГ-31. Понятие о пиротехнической цепи. Понятие о ПВУ, ВПУ.
7. Структура ОЦ. Тип и вид цепи на примере ВУ МГ-37. Понятие о детонационной цепи. Понятие о ПДУ.
8. Структура ОЦ. Тип и вид цепи на примере ВУ В-429. Понятие о ПДУ. Назначение элемента ОЦ – передаточного заряда.
9. Структура ОЦ. Тип и вид цепи на примере ВУ Д-1У. Понятие о ПДУ. Назначение элемента ОЦ – передаточного заряда.
10. Явление взрыва. Основные определения. Химический взрыв. Стадии взрыва. Условия существования взрыва.
11. Самораспространяющийся взрыв. Основные виды. Механизм передачи тепла. Скоростные режимы.
12. Самораспространяющийся взрыв по форме горения. Механизм передачи тепла. Стадии процесса. Закон скорости горения.
13. Процесс горения. Зависимость скорости горения от различных факторов. Закон скорости горения.
14. Горение. Закон скорости горения на примере пороха ТО-34.
15. Горение – многоступенчатый процесс. Основные стадии процесса.
16. Понятие о звуковой и ударной волнах. Сравнительные характеристики
17. Вывод основных соотношений для ударных волн. Адиабата Гюгонио для идеального газа.
18. Детонация как вид самораспространяющегося взрывчатого превращения. Понятие об ударных волнах.
19. Звуковые волны. Их природа, особенности. Основные отличия ударной волны от акустической (звуковой).
20. Основные параметры, характеризующие ударную волну, распространяющуюся в инертной среде. Схема образования ударной волны в трубе с газом.
21. Вывод общих соотношений для ударных волн. Адиабата Гюгонио для идеального газа (основные свойства).

### **Курсовая работа**

Темы курсовых работ обучающиеся выбирают в первые две недели после начала семестра. Обучающемуся предлагается определить этапность выполнения работы: анализ поставленной задачи, изучение изделий или узлов механизмов по технической литературе, разработка блок-схемы или конструктивной схемы узла (или узлов) с улучшенными техническими характеристиками, оформление иллюстративных и графических материалов.

Защита курсовой работы проводится на занятии в присутствии обучающихся в период зачётной недели, либо преподавателю (в случае, если защита проводится после окончания семестра в период экзаменационной сессии).

Оценка ведется по пятибалльной шкале с учетом следующих факторов: критерии оценивания:

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы;
- соответствие целям и задачам дисциплины;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение;
- логичность и последовательность в изложении материала;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой;
- объем исследованной литературы и других источников информации;
- владение иностранными языками, использование иностранных источников;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса;
- умение извлекать информацию, соответствующую поставленной цели, и перераспределять информацию;



- навыки планирования и управления временем при выполнении работы;
- обоснованность выводов;
- наличие авторской аннотации к работе;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки на цитаты, таблицы и т.д.);
- соблюдение объема, шрифтов, интервалов (соответствие оформления правилам компьютерного набора текста);
- умение логично, лаконично изложить материал в процессе защиты КР;
- владение материалом КР в процессе ответов на вопросы.

Оценка «отлично» выставляется за курсовую работу, которая носит исследовательский характер, имеет грамотно изложенную теоретическую главу, глубокий анализ, логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными предложениями, имеющими практическую значимость. Произведённые расчёты выполнены правильно и в полном объёме. Работа выполнена в установленный срок, грамотным языком. Оформление соответствует действующим стандартам, сопровождается достаточным объёмом табличного и графического материала.

При защите курсовой работы студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, вносит обоснованные предложения, а во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.), даёт чёткие и аргументированные ответы на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется за курсовую работу, которая носит исследовательский характер, имеет грамотно изложенную теоретическую главу, проведён достаточно подробный анализ, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако анализ источников неполный, выводы недостаточно аргументированы, в структуре и содержании работы есть отдельные погрешности, не имеющие принципиального характера.

При защите курсовой работы студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными, вносит предложения по теме исследования, во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.) или раздаточный материал, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за курсовую работу, которая носит исследовательский или описательный характер, имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, однако просматривается непоследовательность изложения материала, анализ источников подменен библиографическим обзором, документальная основа работы представлена недостаточно. Проведённое исследование содержит поверхностный анализ, выводы неконкретны, рекомендации слабо аргументированы, в оформлении работы имеются погрешности, сроки выполнения работы нарушены.

При защите курсовой работы студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда даёт исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы.

Оценка «не защитил» выставляется за курсовую работу, которая не соответствует заявленной теме, не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях. Выводы не соответствуют изложенному материалу или отсутствуют.

При защите курсовой работы студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. При защите не используются наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.).

Требования к выполнению курсовой работы:

- объём не менее 15 страниц печатного текста (без учёта титульного листа, приложений, списка использованных источников и оглавления),
- обязательно включение в состав курсовой работы 5-8 рисунков или чертежей, а также 1-3 листа плакатных материалов (или слайдов для электронного или компьютерного проектора),
- обязательно использование в процессе выполнения не менее трёх отечественных и одного зарубежного источников информации, опубликованных в последние 10 лет,
- остальные требования к оформлению согласно действующему на момент выполнения внутреннего нормативного документа, регламентирующего содержание, оформление, организацию выполнения и защиту работы. При отсутствии выполняется согласно ГОСТ Р 2.105, ГОСТ 7.32, ГОСТ 2.701, ГОСТ 2.501.

Контроль текущего выполнения разделов курсовой работы проводится еженедельно в течение семестра.

Курсовая работа не может быть принята и подлежит доработке в случае, если:

- оформление работы не соответствует действующему на момент выполнения курсовой работы Положению по содержанию, оформлению организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ,
- содержательная часть и выводы по результатам работы не соответствует заданию на выполнение курсовой работы,
- в работе отсутствует необходимый графический материал,

- приведённые результаты свидетельствуют о неправильной обработке результатов измерений или расчётов.

По результатам выполнения обучающимся курсовой работы (или её окончательной доработки) преподаватель ставит на титульном листе работы оценку согласно вышеуказанным критериям, при этом контрольное мероприятие считается успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Ориентировочный перечень тем курсовых работ:

- 1) Анализ устройства и действия ВУ (по варианту);
- 2) Анализ типов огневых цепей (по варианту);
- 3) Расчёт пиротехнических временных устройств огневой цепи (по варианту);
- 4) Анализ перспектив развития составных частей огневых цепей ВУ (по варианту);
- 5) История развития пиротехнических устройств ВУ (по варианту);
- 6) Анализ перспектив развития иницирующих элементов огневой цепи (по варианту).

### **Лабораторная работа**

Контроль текущего выполнения и защиты лабораторных работ обучающимся. Оцениваются умение применить полученные теоретические знания, соблюдение правил техники безопасности, своевременность выполнения лабораторных работ.

Оценка качества выполнения лабораторной работы осуществляется преподавателем по четырёхбалльной системе. В случае, если ответы обучающегося во время защиты соответствуют указанным требованиям, обучающийся получает максимальное количество баллов. Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от "отлично" до "неудовлетворительно" являются:

- небрежное выполнение,
- поверхностные, непродуманные ответы выводы по результатам работы,
- неверные ответы на вопросы преподавателя.

Контрольное мероприятие считается пройденным при отсутствии у обучающегося отметок "неудовлетворительно" за лабораторные работы.

### **Вопросы к экзамену**

1. Роль и место ВУ в системе оружия. Понятие «трубка», «взрыватель», «системы управления действием боеприпаса».
2. Структура ВУ в соответствии с основными функциями, выполняемыми системой управления в боеприпасе.
3. Основные виды внешних воздействий на ВУ. Понятие «внешний фактор», «внешняя команда».
4. Структура ОЦ. Тип и вид цепи на примере ВУ В-25, В-19У.
5. Структура ОЦ. Тип и вид цепи на примере ВУ МД-10, КТМ-1.
6. Структура ОЦ. Тип и вид цепи на примере ВУ МГ-31. Понятие о пиротехнической цепи. Понятие о ПВУ, ВПУ.
7. Структура ОЦ. Тип и вид цепи на примере ВУ МГ-37. Понятие о детонационной цепи. Понятие о ПДУ.
8. Структура ОЦ. Тип и вид цепи на примере ВУ В-429. Понятие о ПДУ. Назначение элемента ОЦ – передаточного заряда.
9. Структура ОЦ. Тип и вид цепи на примере ВУ Д-1У. Понятие о ПДУ. Назначение элемента ОЦ – передаточного заряда.
10. Явление взрыва. Основные определения. Химический взрыв. Стадии взрыва. Условия существования взрыва.
11. Самораспространяющийся взрыв. Основные виды. Механизм передачи тепла. Скоростные режимы.
12. Самораспространяющийся взрыв по форме горения. Механизм передачи тепла. Стадии процесса. Закон скорости горения.
13. Процесс горения. Зависимость скорости горения от различных факторов. Закон скорости горения.
14. Горение. Закон скорости горения на примере пороха ТО-34.
15. Горение – многоступенчатый процесс. Основные стадии процесса.
16. Понятие о звуковой и ударной волнах. Сравнительные характеристики
17. Вывод основных соотношений для ударных волн. Адиабата Гюгонио для идеального газа.
18. Детонация как вид самораспространяющегося взрывчатого превращения. Понятие об ударных волнах.
19. Звуковые волны. Их природа, особенности. Основные отличия ударной волны от акустической (звуковой).

20. Основные параметры, характеризующие ударную волну, распространяющуюся в инертной среде. Схема образования ударной волны в трубе с газом.
21. Вывод общих соотношений для ударных волн. Адиабата Гюгонио для идеального газа (основные свойства).
22. Детонационные волны. Основные особенности распространения и возбуждения волны во ВВ.
23. Детонационные волны. Кривая Гюгонио для детонационной волны.
24. Понятие о звуковой и детонационной волнах. Сравнительные характеристики волн.
25. Детонационные волны. Влияние различных факторов на скорость детонации. Понятие об участках разгона детонации.
26. Классификация ВВ. Общие требования к ВВ, применяемые во ВУ.
27. Пороха и пироставы (ПС). Пороха коллоидного типа. Пороха – механические смеси. Общие требования, характеристики (таблица).
28. Иницирующие ВВ. Основные свойства и области применения ( $\text{Hg}(\text{ONC})_2$ , тетразен).
29. Иницирующие ВВ. Основные свойства и области применения ( $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ , ТНПС).
30. Бризантные ВВ. Основные свойства и области применения (тетрил, гексоген).
31. Бризантные ВВ. Основные свойства и области применения (тротил, ТЭН). Тротиловый эквивалент.
32. Средства инициирования. Понятие о средствах воспламенения на примере КВ (назначение, основные требования, методика проведения испытаний).
33. Средства инициирования. Понятие о средствах воспламенения на примере ЭВ (назначение, основные требования, методика проведения испытаний).
34. Средства детонирования. Понятие о КД (назначение, основные требования, примеры конструкций).
35. Средства детонирования. Понятие о ЭД (назначение, основные требования, примеры конструкций).
36. Средства детонирования. Понятие о ПЗ и Дт (назначение, основные требования, примеры конструкций).
37. Виды действия ВВ. Бризантное действие.
38. Виды действия ВВ. Фугасное действие.
39. Виды действия ВВ. Кумулятивное действие.

### **Экзамен**

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

Оценка выставляется по результатам ответов на теоретические вопросы и решения практического задания 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-11	ПК-1	
3	5	Раздел 1. Основные сведения о взрывчатых превращениях.	14	6	4	0	2	8	10	15	Курсовая работа, Лабораторная работа, Домашнее задание, Коллоквиум
3	5	Раздел 2. Общая характеристика процессов взрывчатого превращения взрывчатых веществ (ВВ), порохов и пиротехнических составов (ПС).	33	10	8	0	2	23	25	20	Курсовая работа, Лабораторная работа, Домашнее задание, Коллоквиум
3	5	Раздел 3. Средства воспламенения и детонирования.	68	41	14	17	10	27	45	45	Курсовая работа, Лабораторная работа, Домашнее задание
3	5	Раздел 4. Элементы пиротехнических цепей взрывателей.	29	11	8	0	3	18	20	20	Курсовая работа, Вопросы к экзамену, Домашнее задание
Всего за 5 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100	