

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИКА ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

| | |
|--|--|
| Направление/специальность подготовки | 27.03.04 Управление в технических системах |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Автономные информационные и управляющие системы |
| Уровень высшего образования | Бакалавриат |
| 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 | 68 | 34 | 0 | 34 | 40 | 0 | 0 | 40 | ЭКЗ. |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

27.03.04 Управление в технических системах

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Грецова Елена Борисовна, старший преподаватель

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Смирнов Александр Павлович, 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

ФИЗИКА 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:

ПК-1.4 — Способен анализировать процессы воспламенения, горения и детонации в автономных информационных и управляющих системах

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-1.4

знания:

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

принципы выполнения различных функциональных задач механизмами и устройствами взрывателей;

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

особенности построения и принципы функционирования взрывателей и составляющих его устройств и механизмов;

условия функционирования взрывателей различных боеприпасов и условиях служебного обращения с ними;

устройство и действия элементов огневых и пиротехнических цепей взрывателей;

рецептура и свойств порохов, пиротехнических составов, инициирующих и бризантных взрывчатых веществ;

умения:

анализировать процессы горения смесевых пиротехнических составов и процессов взрывчатого превращения в конденсированных взрывчатых веществах;

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.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ФИЗИКА ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 27.03.04 *Управление в технических системах*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕЯЕМОСТИ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ, АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ, ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, РАКЕТНАЯ ТЕХНИКА, ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, МЕХАТРОНИКА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики
- ОПК-10 — Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) техническую документацию (в том числе в электронном виде) для регламентного обслуживания систем и средств контроля, автоматизации и управления
- ОПК-2 — Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)
- ОПК-3 — Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности
- ОПК-6 — Способен разрабатывать и использовать алгоритмы и программы, современные информационные технологии, методы и средства контроля, диагностики и управления, пригодные для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности
- ОПК-8 — Способен выполнять наладку измерительных и управляющих средств и комплексов, осуществлять их регламентное обслуживание
- ОПК-9 — Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
- ПК-1.1 — Способен разрабатывать и исследовать электромеханические и электронные автономные системы управления действием высокودинамичных объектов в условиях повышенных внешних воздействий
- ПК-93 — Способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

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 | | ПК-1.4 |
| 3 | 6 | Раздел 1. Основные сведения о взрывчатых превращениях. 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; 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. | 10 | 6 | 2 | 4 | 4 | 25 |
| 3 | 6 | Раздел 2. Общая характеристика процессов взрывчатого превращения взрывчатых веществ (ВВ), порохов и пиротехнических составов (ПС). 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 коллоидного типа, Форма и размеры порохов. Основные сведения о маркировке порохов. Пороха и ПС для взрывателей. Дымные пороха ТО-34, ДРП, КР-75. Пиротехнические составы: воспламенительные, замедлительные, малогазовые медленнгорящие 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. | 26 | 14 | 10 | 4 | 12 | 25 |
| 3 | 6 | Раздел 3. Средства воспламенения и детонирования. 3.1 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. 3.2 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 наковых, лучевых КД и КД двойного действия. Рецептура 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. | 44 | 32 | 12 | 20 | 12 | 25 |
| 3 | 6 | Раздел 4. Элементы пиротехнических цепей взрывателей. 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. | 28 | 16 | 10 | 6 | 12 | 25 |
| Всего за 6 семестр | | | 108 | 68 | 34 | 34 | 40 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 68 | 34 | 34 | 40 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|-------|--|---|-------------------|
| 1 | Раздел 1. Основные сведения о взрывчатых превращениях. | Процессы горения и взрыва в природе и технике. Общие требования, предъявляемые к взрывателям: безопасность в обращении и применении, при выстреле и на начальном участке траектории; безопасность в аварийных ситуациях; взводимость; помехозащищенность; эффективность и надежность действия; сохраняемость; производственно-экономические и специальные требования. Структурная схема взрывателя: огневая цель (ОЦ), система предохранения, инициирующая система. Назначение элементов ОЦ; классификация ОЦ по способу предохранения. Типовые ОЦ взрывателей. | 4 |
| 2 | Раздел 2. Общая характеристика процессов | Процесс взрыва и его основные параметры. Классификация ВВ. Иницирующие ВВ (ИВВ): ТНРС, азид свинца, гремучая ртуть, тетразен, ацетилениды и некоторые производные отдельных классов | 4 |

| | | | |
|---------------------------|---|---|-----------|
| | взрывчатого превращения взрывчатых веществ (ВВ), порохов и пиротехнических составов (ПС). | 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 | |
| 3 | Раздел 3. Средства воспламенения и детонирования. | 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. | 6 |
| 4 | | Электровоспламенители (ЭВ). Назначение ЭВ и основные требования к ним. Мостиковые и искровые ЭВ. Энергия их срабатывания. | 8 |
| 5 | | 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. Электродетонаторы (ЭД). Назначение, классификация, требования. Устройство мостиковых ЭД, искровых ЭД и ЭД двойного действия. | 6 |
| 6 | | Пиротехнические временные устройства (ПВУ). Классификация ПВУ. Основные требования к замедлителям. Особенности конструкций замедлителей к взрывателям для реактивных снарядов. Газодинамические замедлительные устройства. | 4 |
| 7 | Раздел 4. Элементы пиротехнических цепей взрывателей. | Пиротехнические предохранительные механизмы (ПМ), требования к ним. Конструкции пиротехнических ПМ. | 2 |
| Всего за 6 семестр | | | 34 |

3.3. 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 | 1 |
| 2 | | Оформление лабораторных работ | 1 |
| 3 | | Подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена | 2 |
| 4 | Раздел 2. Общая характеристика процессов взрывчатого превращения взрывчатых веществ (ВВ), порохов и пиротехнических составов (ПС). | Проработка аудиторных занятий | 4 |
| 5 | | Оформление лабораторных работ | 4 |
| 6 | | Подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена | 4 |
| 7 | Раздел 3. Средства воспламенения и детонирования. | Проработка аудиторных занятий | 4 |
| 8 | | Оформление лабораторных работ | 4 |
| 9 | | Подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена | 4 |
| 10 | Раздел 4. Элементы пиротехнических цепей взрывателей. | Проработка аудиторных занятий | 4 |
| 11 | | Оформление лабораторных работ | 4 |
| 12 | | Подготовка к рубежной аттестации и к сдаче | 4 |

| | | |
|--------------------|----------|----|
| | экзамена | |
| Всего за 6 семестр | | 40 |

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 | | | | ДЗ | | ДР | | ДЗ | Колл | ДР | | ДЗ | | ДЗ | | ДР | Вопр. Экз |

Условные обозначения:

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

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- 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. . Средства поражения и боеприпасы. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008, эл. рес.
2. А. Г. Горст. . Пороха и взрывчатые вещества. М.: Оборонгиз, 1957, 25 экз.
3. В. А. Одинцов, С. В. Ладов, Д. П. Левин. Оружие и системы вооружения. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016, эл. рес.
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. . Теория взрывчатых веществ. М.: Оборонгиз, 1963, 2 экз.
2. А. А. Шидловский. . Основы пиротехники. М.: Машиностроение, 1964, 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://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 - 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. 7-Zip;
2. Adobe Reader;
3. DjVuReader;
4. Microsoft Office.

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. 7-Zip;
4. Adobe Reader;
5. DjVuReader;
6. Microsoft Office.

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 **ФИЗИКА ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **27.03.04 Управление в технических системах**. 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*:

ПК-1.4 Способен анализировать процессы воспламенения, горения и детонации в автономных информационных и управляющих системах.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с устройством и действием элементов огневых и пиротехнических цепей взрывателей, рецептурой и свойства порохов, пиротехнических составов, инициирующих и бризантных взрывчатых веществ, физикой процессов горения смесевых пиротехнических составов и процессов взрывчатого превращения в конденсированных взрывчатых веществах, а так же методами и приемами анализа этих процессов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- коллоквиум;
- 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 (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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 взрывчатых превращениях. | | |
| Проработка аудиторных занятий | А. Г. Горст. . Пороха и взрывчатые вещества: М.: Оборонгиз, 1957 (Страницы 3-26) | 1 |
| Оформление лабораторных работ | А. А. Шидловский. . Основы пиротехники: М.: Машиностроение, 1964 (Страницы 4-10) | 1 |
| Подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена | В. А. Одинцов, С. В. Ладов, Д. П. Левин. Оружие и системы вооружения: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2016 (Все главы) | 2 |
| Итого по разделу 1 | | 4 |
| Раздел 2. Общая характеристика процессов взрывчатого превращения взрывчатых веществ (ВВ), порохов и пиротехнических составов (ПС). | | |
| Проработка аудиторных занятий | А. Г. Горст. . Пороха и взрывчатые вещества: М.: Оборонгиз, 1957 (Страницы 49-82) | 4 |
| Оформление лабораторных работ | 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, 32-57) | 4 |
| Подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена | А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 (Страницы 812-863) | 4 |
| Итого по разделу 2 | | 12 |
| Раздел 3. Средства воспламенения и детонирования. | | |
| Проработка аудиторных занятий | А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 (Страницы 812-863) | 4 |
| Оформление лабораторных работ | А. Г. Горст. . Пороха и взрывчатые вещества: М.: Оборонгиз, 1957 (Страницы 103-125) | 4 |
| 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 48-112, страницы 58-108) | 4 |
| Итого по разделу 3 | | 12 |
| Раздел 4. Элементы пиротехнических цепей взрывателей. | | |
| Проработка аудиторных | А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 | 4 |

| | | |
|---|--|----|
| занятий | (Страницы 812-863) | |
| Оформление лабораторных работ | А. А. Шидловский. . Основы пиротехники: М.: Машиностроение, 1964 (Страница 320) Л. В. Дубнов, Н. С. Бахаревич, А. И. Романов. . Промышленные взрывчатые вещества: М.: Недра, 1988 (Все главы) | 4 |
| Подготовка к рубежной аттестации и к сдаче экзамена | . Теория взрывчатых веществ: М.: Оборонгиз, 1963 (Все главы) 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, страницы 110-125) | 4 |
| Итого по разделу 4 | | 12 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- коллоквиум;
- 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 выносится 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).

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.

Паспорт фонда оценочных средств

| 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 | | ПК-1.4 | |
| 3 | 6 | Раздел 1. Основные сведения о взрывчатых превращениях. | 10 | 6 | 2 | 4 | 4 | 25 | Домашнее задание, Коллоквиум |
| 3 | 6 | Раздел 2. Общая характеристика процессов взрывчатого превращения взрывчатых веществ (ВВ), порохов и пиротехнических составов (ПС). | 26 | 14 | 10 | 4 | 12 | 25 | Домашнее задание, Коллоквиум |
| 3 | 6 | Раздел 3. Средства воспламенения и детонирования. | 44 | 32 | 12 | 20 | 12 | 25 | Домашнее задание |
| 3 | 6 | Раздел 4. Элементы пиротехнических цепей взрывателей. | 28 | 16 | 10 | 6 | 12 | 25 | Вопросы к экзамену, Домашнее задание |
| Всего за 6 семестр | | | 108 | 68 | 34 | 34 | 40 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 68 | 34 | 34 | 40 | 100 | |

Оценочные материалы по дисциплине ФИЗИКА ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА

ПК-1.4 - Способен анализировать процессы воспламенения, горения и детонации в автономных информационных и управляющих системах

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Боеприпас в любой системе оружия – это ...
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Система управления (взрыватель) – это ...
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какие основные типы ЭВ применяются в ОЦ ВУ?
- а) мостиковые и щелевые;
 - б) мостиковые и искровые;
 - в) искровые и щелевые.
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Укажите определение взрыва.
- а) изменение агрегатного состояния вещества;
 - б) процесс высвобождения большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий промежуток времени;
 - в) совершение взрывным веществом механической работы
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Перечислите основные допущения, принимаемые при построении общей модели ударной волны на примере формирования волны в трубе с газом
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Перечислите основные свойства ударной волны (УВ)
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Перечислите параметры ИВВ или БВВ от которых зависит длина участка разгона детонации
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Химический взрыв – это ...
- а) быстрая экзотермическая химическая реакция с образованием сильно сжатых газообразных и парообразных продуктов;
 - б) внезапное изменение агрегатного состояния вещества;
 - в) быстропротекающая ядерная реакция
- № 9 Прочитайте текст и установите соответствие
Какие из приведенных веществ относятся к бризантным а какие к инициирующим?
- а) гремучая ртуть,
 - б) азид свинца,
 - в) тетразен,
 - г) гексоген
- № 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Какие параметры характеризуют звуковую волну и какие характеризуют ударную волну?

- а) приращение давления, отличное от нуля
- б) бесконечно малое приращение давления, амплитуды колебания частиц и плотности
- в) скорость волны зависит от интенсивности источника, вызвавшего волну
- г) скорость волны равна местной скорости звука

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Напишите последовательность элементов огневой цепи предохранительного типа (из приведенных элементов):

- а) капсюль-детонатор (КД)
- б) передаточный заряд (ПЗ)
- в) капсюль-воспламенитель (КВ)
- г) детонатор (Дт)

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность элементов структурной схемы системы управления действием боеприпаса, определяемые её основными функциями (обеспечение безопасности, взводимости, устойчивости к помехам, срабатывания):

- а) система предохранения (СП)
- б) огневая цепь (ОЦ)
- в) иницирующая система (ИС)