

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ

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	
4	8	4	144	51	34	0	17	93	36	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: 2025

Программу составили:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Егоренков Леонид Семенович, к.т.н., старший научный сотрудник,  
профессор

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Смирнов Андрей 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**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ**

### **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-15 — Способен четко формулировать цели и задачи проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения

ПК-3 — Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-15**

*знания:*

методологии проектирования и конструирования взрывателей различного назначения;

*умения:*

обосновывать эффективность принятия решений и проводить поиск оптимальных (рациональных) вариантов;

*навыки:*

разрабатывать и анализировать технические задания на составные части и определять необходимые функциональные требования.

### **ПК-3**

*знания:*

структуры проектно-конструкторской документации, создаваемой при разработке взрывателей;

*умения:*

применять методы анализа и синтеза механизмов взрывателей при практической деятельности;

*навыки:*

применять профессиональные знания по нормативной документации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН, ТЕОРИЯ ВЗРЫВА, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ОСНОВЫ ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА, СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УЗЛОВ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОТОТИПИРОВАНИЕ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА, СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ДИСКРЕТНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА ВЗРЫВАТЕЛЕЙ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ, МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ.**

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-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
- ПК-1 — Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования
- ПК-2 — Способен ориентироваться в многообразии динамических воздействий на взрыватели на всех этапах их функционирования и эксплуатации, разрабатывать методики проведения испытаний образцов взрывателей
- ПК-3 — Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей

### 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	Практические занятия		ОПК-15	ПК-3
4	8	Раздел 1. Общие вопросы проектирования. 1.1 Основные понятия и определения. 1.2 Общие тактика-технические требования. 1.3 Особенности процесса проектирования.	12	5	4	1	7	15	15
4	8	Раздел 2. Динамические воздействия в условиях эксплуатации. 2.1 Параметры ударного процесса при случайном падении снаряда. 2.2 Соотношения между элементами поступательного и вращательного движения снаряда.	14	6	4	2	8	5	5
4	8	Раздел 3. Динамические воздействия на траектории артиллерийского и реактивного снарядов. 3.1 Сила сопротивления воздуха. Сила инерции на траектории вращающегося снаряда. 3.3 Сила инерции на активном участке траектории реактивного снаряда.	14	6	4	2	8	10	10
4	8	Раздел 4. Взаимодействие снаряда с преградами. 4.1 Силы инерции при проникании снаряда в преграду. 4.2 Волны механических напряжений.	16	6	4	2	10	10	10
4	8	Раздел 5. Проектирование инерционных предохранительных механизмов аналогового типа. 5.1 Условие безопасности в служебном обращении. 5.2 Условие надежной взводимости при выстреле. 5.3 Единые условия безопасности и взводимости.	18	6	4	2	12	15	15
4	8	Раздел 6. Проектирование инерционных предохранительных механизмов дискретного типа. 6.1 Механизмы с зигзагообразным пазом. 6.2 Условие надежной взводимости. 6.3 Условие безопасности в служебном обращении.	18	6	4	2	12	15	15
4	8	Раздел 7. Системы предохранения для взрывателей к вращающимся боеприпасам. 7.1 Центробежные предохранительные механизмы. 7.2 Центробежные предохранительные механизмы с взаимосвязанными стопорами.	18	6	4	2	12	10	10
4	8	Раздел 8. Контактные датчики цели. 8.1 Механические КДЦ. 8.2 Электромеханические КДЦ.	16	4	2	2	12	10	10
4	8	Раздел 9. Перспективные принципы построения систем предохранения и КДЦ. 9.1 Микромеханические системы. 9.2 Микроэлектромеханические системы.	18	6	4	2	12	10	10
Всего за 8 семестр			144	51	34	17	93	100	100
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие вопросы проектирования.	Аварийные ситуации, возникающие при эксплуатации снарядов и взрывателей.	1
2	Раздел 2. Динамические воздействия в условиях эксплуатации.	Прямая задача внутренней баллистики. Пиростатика. Пиродинамика. Пример расчета.	2
3	Раздел 3. Динамические воздействия на траектории артиллерийского и реактивного снарядов.	Законы сопротивления воздуха Сиауччи, 1943 г. и 1930г.	2
4	Раздел 4. Взаимодействие снаряда с преградами.	Вероятностные модели динамических воздействий.	2
5	Раздел 5. Проектирование инерционных предохранительных механизмов аналогового типа.	Расчеты типового накали-воспламенительного механизма (НВМ) взрывателя МГ-57.	2
6	Раздел 6. Проектирование инерционных предохранительных механизмов дискретного типа.	Расчет типового предохранительного механизма с зигзагообразным пазом (МЗП) взрывателя Мб и механизма с длинно- и короткоходовыми стопорами.	2
7	Раздел 7. Системы предохранения для взрывателей	Расчет центробежного механизма взрывателя ДБР.	2

	к вращающимся боеприпасам.		
8	Раздел 8. Контактные датчики цели.	Расчет ударного механизма взрывателя для кассетного боевого элемента 9Н21 О.	2
9	Раздел 9. Перспективные принципы построения систем предохранения и КДЦ.	Рассмотрение патентов №7552681 от 30.06.2009, №7464648 от 16.12.2009 и №7412928 от 19.08.2008.	2
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие вопросы проектирования.	Выбор и согласование тем КП.	2
2		Повторение теоретических основ конструирования изделий.	5
3	Раздел 2. Динамические воздействия в условиях эксплуатации.	Оформление проектов заданий на КП.	2
4		Изучение эмпирических формул для определения величины заглубления.	6
5	Раздел 3. Динамические воздействия на траектории артиллерийского и реактивного снарядов.	Оформление заданий на КП.	2
6		Углы Эйлера.	3
7		Нутационные и прецессионные силы инерции.	3
8	Раздел 4. Взаимодействие снаряда с преградами.	Анализ состояния вопроса.	2
9		Понятие проникания и пробивания.	4
10		Эмпирические зависимости.	4
11	Раздел 5. Проектирование инерционных предохранительных механизмов аналогового типа.	Ознакомление с технической литературой и интернет-источниками в рамках тем КП.	2
12		Силовые характеристики жестких предохранителей и цилиндрических пружин.	10
13	Раздел 6. Проектирование инерционных предохранительных механизмов дискретного типа.	Изучение нормативной литературы (ГОСТы, ОСТы, нормали, технические условия) в рамках тем КП.	2
14		Двустопорные механизмы.	10
15	Раздел 7. Системы предохранения для взрывателей к вращающимся боеприпасам.	Разработка текстовой части КП.	2
16		Тангенсальные предохранительные механизмы.	10
17	Раздел 8. Контактные датчики цели.	Разработка расчётно-графической части КП.	2
18		Расчет всюдубойного инерционного механизма.	10
19	Раздел 9. Перспективные принципы построения систем предохранения и КДЦ.	Оформление пояснительных записок, подготовка к защите КП.	2
20		Микромеханический замыкатель.	10
Всего за 8 семестр			93

### 3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Подготовка и согласование задания	1 - 2	2
Этап 2. Изучение технической литературы и документации по теме проекта	3 - 7	6
Этап 3. Подготовка рукописи пояснительной записки	8 - 10	10
Этап 4. Согласование текста пояснительной записки с руководителем и подготовка ее электронной версии	11 - 12	6
Этап 5. Разработка графической части курсового проекта	13 - 14	6
Этап 6. Комплектование текстовой и графической частей	15 - 16	4

пояснительной записки		
Этап 7. Подготовка к защите курсового проекта	17 - 17	2
<b>Всего за 8 семестр</b>		<b>36</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
<b>8</b>				КП		ДР		КП		ДР				КП		ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КП – курсовой проект;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- курсовой проект;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. С. Зарубин, Г. Н. Кувыркин, И. В. Станкевич. . Математические модели прикладной механики. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, эл. рес.
2. К. И. Билибин, А. И. Власов, Л. В. Журавлёва. . Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002, эл. рес.
3. Ю. М. Астапов, А. Б. Борзов, К. П. Лихоеденко. Сборник научных трудов кафедры "Автономные информационные и управляющие системы" МГТУ им. Н. Э. Баумана и ФГУП "Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А. И. Берга". Автономные информационные и управляющие системы. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

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

не требуется.

### 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.

### **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 **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ** 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-15 Способен четко формулировать цели и задачи проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения;

ПК-3 Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с исследованием и проектированием обширной группы механизмов и узлов взрывателей. На основе анализа типовых тактико-технических требований, предъявляемых к взрывателям, рассматривается постановка задач проектирования с учетом конечной цели - создания изделия, наилучшего в боевом, конструктивном и эксплуатационном отношениях. Даны рекомендации по разработке научно обоснованных математических моделей динамических воздействий в различных условиях эксплуатации взрывателей. С единых методических позиций рассмотрены вопросы проектирования аналоговых и дискретных механических систем, а также их кинематического анализа и оптимизации на основе критерия совместимости требований по безопасности и надежной взводимости. Предложены новые методы расчета КДЦ и систем предохранения и рассмотрены перспективные варианты их построения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- курсовой проект;
- 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.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 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. Общие вопросы проектирования.		
Выбор и согласование тем КП.	Ю. М. Астапов, А. Б. Борзов, К. П. Лихоеденко. Сборник научных трудов кафедры "Автономные информационные и управляющие системы" МГТУ им. Н. Э. Баумана и ФГУП "Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А. И. Берга". Автономные информационные и управляющие системы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава, страницы 7-12)	2
Повторение теоретических основ конструирования изделий.		5
Итого по разделу 1		7
Раздел 2. Динамические воздействия в условиях эксплуатации.		
Оформление проектов заданий на КП.	Ю. М. Астапов, А. Б. Борзов, К. П. Лихоеденко. Сборник научных трудов кафедры "Автономные информационные и управляющие системы" МГТУ им. Н. Э. Баумана и ФГУП "Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А. И. Берга". Автономные информационные и управляющие системы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 3, страницы 72-106)	2
Изучение эмпирических формул для определения величины заглупления.		6
Итого по разделу 2		8
Раздел 3. Динамические воздействия на траектории артиллерийского и реактивного снарядов.		
Оформление заданий на КП.	Ю. М. Астапов, А. Б. Борзов, К. П. Лихоеденко. Сборник научных трудов кафедры "Автономные информационные и управляющие системы" МГТУ им. Н. Э. Баумана и ФГУП "Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А. И. Берга". Автономные информационные и управляющие системы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 4, страницы 111-133, глава 5, страницы 136-152, глава 6, страницы 159-187)	2
Углы Эйлера.		3
Нутационные и прецессионные силы инерции.		3
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Взаимодействие снаряда с преградами.		
Анализ состояния вопроса.	Ю. М. Астапов, А. Б. Борзов, К. П. Лихоеденко. Сборник научных трудов кафедры "Автономные информационные и управляющие системы" МГТУ им. Н. Э. Баумана и ФГУП "Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А. И. Берга". Автономные информационные и управляющие системы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 10, страницы 438-480)	2
Понятие проникания и пробивания.		4
Эмпирические зависимости.		4
Итого по разделу 4		10

Раздел 5. Проектирование инерционных предохранительных механизмов аналогового типа.		
Ознакомление с технической литературой и интернет-источниками в рамках тем КП.	Ю. М. Астапов, А. Б. Борзов, К. П. Лихоеденко. Сборник научных трудов кафедры "Автономные информационные и управляющие системы" МГТУ им. Н. Э. Баумана и ФГУП "Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А. И. Берга". Автономные информационные и управляющие системы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 4, стр. 117-158) В. С. Зарубин, Г. Н. Кувыркин, И. В. Станкевич. . Математические модели прикладной механики: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (1-3)	2
Силовые характеристики жестких предохранителей и цилиндрических пружин.		10
Итого по разделу 5		12
Раздел 6. Проектирование инерционных предохранительных механизмов дискретного типа.		
Изучение нормативной литературы (ГОСТы, ОСТы, нормали, технические условия) в рамках тем КП.	Ю. М. Астапов, А. Б. Борзов, К. П. Лихоеденко. Сборник научных трудов кафедры "Автономные информационные и управляющие системы" МГТУ им. Н. Э. Баумана и ФГУП "Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А. И. Берга". Автономные информационные и управляющие системы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 10, страницы 271-279)	2
Двустопорные механизмы.		10
Итого по разделу 6		12
Раздел 7. Системы предохранения для взрывателей к вращающимся боеприпасам.		
Разработка текстовой части КП.	К. И. Билибин, А. И. Власов, Л. В. Журавлёва. . Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002 (2)	2
Тангенсальные предохранительные механизмы.		10
Итого по разделу 7		12
Раздел 8. Контактные датчики цели.		
Разработка расчётно-графической части КП.	Ю. М. Астапов, А. Б. Борзов, К. П. Лихоеденко. Сборник научных трудов кафедры "Автономные информационные и управляющие системы" МГТУ им. Н. Э. Баумана и ФГУП "Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А. И. Берга". Автономные информационные и управляющие системы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 10, страницы 438-480)	2
Расчет всюдубойного инерционного механизма.		10
Итого по разделу 8		12
Раздел 9. Перспективные принципы построения систем предохранения и КДЦ.		
Оформление пояснительных записок, подготовка к защите КП.	Ю. М. Астапов, А. Б. Борзов, К. П. Лихоеденко. Сборник научных трудов кафедры "Автономные информационные и управляющие системы" МГТУ им. Н. Э. Баумана и ФГУП "Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт им. академика А. И. Берга". Автономные информационные и управляющие системы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Глава 10, страницы 271-279)	2
Микромеханический замыкатель.		10
Итого по разделу 9		12

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- курсовой проект;
- 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.

#### Курсовой проект

Курсовой проект представляется в печатной форме. Защита курсового проекта проходит в форме доклада студента о выполненной работе и демонстрации графического материала проекта комиссии. Результаты защиты курсовых проектов определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не защитил», Курсовой проект оценивается членами комиссии в день защиты. Основными критериями оценки качества курсовых проектов являются:

- актуальность и практическая значимость темы исследования;
- соблюдение графика выполнения курсового проекта;
- соответствие работы заявленной теме и выданному заданию;
- полнота и качество содержания;
- обобщения фактических данных;
- соответствие оформления курсового проекта установленным требованиям;
- чёткость и грамотность изложения материала;
- чёткость доклада при защите курсового проекта;
- глубина и правильность ответов на замечания руководителя и вопросы членов комиссии.

Каждый критерий оценивается по пятибалльной шкале.

Оценка «отлично» выставляется за курсовой проект, который 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 курсового проекта (работы) студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, а во время доклада использует наглядные пособия (таблицы, схемы, графики и т.п.), даёт чёткие и аргументированные ответы на вопросы, заданные членами комиссии.

Оценка «хорошо» выставляется за курсовой проект, который 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 курсового проекта студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, 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 курсовой проект, который 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 курсового проекта студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда даёт исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Оценка «не защитил» выставляется за курсовой проект, который не соответствует заявленной теме, не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических указаниях. Выводы не соответствуют изложенному материалу или отсутствуют. При защите курсового проекта (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.).

Задачи, решаемые студентами при выполнении курсового проекта: определение параметров выбранного из перечня изделий и разработка ТЗ на его конструирование; составление технического описания изделия, разработка детальных и сборочных чертежей на узел изделия, выполнение кинематических расчетов, расчет упругих элементов, составление схемы сборки изделия и разработка общего вида. Примеры заданий для курсового проекта: провести конструкторско-технологическую разработку взрывателя (взрыватель по выбору студента).

1. Техническое задание на разработку изделия
2. Техническое описание взрывателя
3. Комплект чертежей на ударно-предохранительный механизм
4. Чертеж общего вида изделия
5. Расчет размерной цепи узлового размера
6. Расчет пружины
7. Порядок сборки и утилизации взрывателя.

Перечень изделий для курсовых проектов:

1. Взрыватели ствольной артиллерии
  - 1.1. В-19У
  - 1.2. КТМ-3
  - 1.3. ЗМР-3
  - 1.4. МГ-57
  - 1.5. В-429
  - 1.6. ДБР-2
  - 1.7. МД-10
  - 1.8. ДБ-Т
  - 1.9. Т-5
  - 1.10. ВМ-30
  - 1.11. В-90
  - 1.12. В-5К
  - 1.13. Д-1-У
  - 1.14. ГКН
  - 1.15. ГКВ
2. Авиационные взрыватели
  - 2.1. АМВ-А
  - 2.2. АВ-139
  - 2.3. АБУ
  - 2.4. АБУ-Э
3. Взрыватели реактивных снарядов
  - 3.1. В-5
  - 3.2. ВГУ-1
  - 3.3. МРВ-У
  - 3.4. ВДВ
  - 3.5. ВД-20
  - 3.6. В-14
  - 3.7. В-25
  - 3.8. В-25М
4. Взрыватели кассетных боеприпасов
  - 4.1. ПДЦ
  - 4.2. АВ-281
  - 4.3. И-264
  - 4.4. И-225
  - 4.5. И-356
  - 4.6. И-142
5. Взрыватели минометных мин и гранат
  - 5.1. М6

- 5.2. М-12
- 5.3. ГВМЗ-37
- 5.4. ГПВ-2
- 5.5. ГПВ-3
- 5.6. ДК-2

### **Вопросы к экзамену**

1. Обобщенная структура взрывателя. Основные части: инициирующая система, система предохранения, огневая цепь. Назначение и основные функции.
2. Общие тактико-технические требования к взрывателям. Безопасность, надежность, простота конструкции и технологичность.
3. Особенности процесса проектирования взрывателя.
4. Динамические воздействия при артиллерийском выстреле. Сила инерции от линейного ускорения, центробежная сила инерции, касательная сила инерции, кориолисова сила инерции.
5. Параметры ударного процесса при случайном падении боеприпаса. Высота безопасного падения.
6. Выстрел из ствольной системы. Соотношения между элементами поступательного и вращательного движения.
7. Динамические воздействия на траектории артиллерийского снаряда. Сила сопротивления воздуха, силы инерции на траектории вращающегося снаряда. Нутационные и прецессионные силы инерции.
8. Взаимодействие снаряда с преградой. Классификация преград.
9. Коэффициенты взводимости: коэффициент линейной взводимости, коэффициент центробежной взводимости.
10. Соотношение между осевой и касательной силами инерции. Коэффициент набегания.
11. Классификация механических систем взрывателей. Понятие КПД механизма.
12. Типовая механическая модель механической системы. Уравнение равновесия ведущего звена.
13. Эмпирические условия безопасности и надежной взводимости. Единые условия безопасности и взводимости.
14. Инерционные предохранительные механизмы с зигзагообразным пазом. Расчетная схема, математическая модель. Высота безопасного падения механизма.
15. Системы предохранения для взрывателей к вращающимся боеприпасам. Математическая модель центробежного механизма.
16. Механические контактные датчики цели. Приближенный расчет КДЦ на примере взрывателя кассетного боевого элемента.
17. Электромеханические КДЦ. Структурная схема взрывателя.
18. Пьезоэлектрические КДЦ. Эквивалентная система.
19. Пьезоиндукционный КДЦ. Функциональная схема.
20. Перспективные принципы построения систем предохранения и КДЦ.

### **Экзамен**

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

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.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен, приведён в материалах учебно-методического комплекса.

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		ОПК-15	ПК-3	
4	8	Раздел 1. Общие вопросы проектирования.	12	5	4	1	7	15	15	Курсовой проект
4	8	Раздел 2. Динамические воздействия в условиях эксплуатации.	14	6	4	2	8	5	5	Курсовой проект
4	8	Раздел 3. Динамические воздействия на траектории артиллерийского и реактивного снарядов.	14	6	4	2	8	10	10	Курсовой проект
4	8	Раздел 4. Взаимодействие снаряда с преградами.	16	6	4	2	10	10	10	Курсовой проект
4	8	Раздел 5. Проектирование инерционных предохранительных механизмов аналогового типа.	18	6	4	2	12	15	15	Курсовой проект
4	8	Раздел 6. Проектирование инерционных предохранительных механизмов дискретного типа.	18	6	4	2	12	15	15	Курсовой проект
4	8	Раздел 7. Системы предохранения для взрывателей к вращающимся боеприпасам.	18	6	4	2	12	10	10	Курсовой проект
4	8	Раздел 8. Контактные датчики цели.	16	4	2	2	12	10	10	Курсовой проект
4	8	Раздел 9. Перспективные принципы построения систем предохранения и КДЦ.	18	6	4	2	12	10	10	Курсовой проект, Вопросы к экзамену
Всего за 8 семестр			144	51	34	17	93	100	100	
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ

**ОПК-15 - Способен четко формулировать цели и задачи проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Количественной мерой безопасности взрывателя в служебном обращении является высота безопасного падения Н. Что это означает?
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Сопротивление цилиндрической пружины при сжатии до соприкосновения витков пропорционально:
1. Диаметру проволоки
  2. Квадрату диаметра проволоки
  3. Кубу диаметра проволоки
  - Диаметру проволоки в четвертой степени
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
При падении тяжелого снаряда на чугунную плиту рекомендуется применять коэффициент восстановления k:
1. 0,3
  2. 0,4
  3. 0,5
  4. 0,6
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Повышение чувствительности времени срабатывания реакционных датчиков цели возможно путем:
1. Уменьшения массы ударника
  2. Уменьшения расстояния между жалом ударника и капсюлем-воспламенителем
  3. Изменением угла заточки жала
  4. Снижения энергии срабатывания капсюля-воспламенителя
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Из представленных вариантов выберите этапы, которые выполняются при разработке технической документации на технический объект:
1. Разработка технического задания (ТЗ)
  2. Разработка и согласование договора на выполнение работ (Д)
  3. Разработка технического предложения (П)
  4. Разработка эскизного проекта (ЭП)
  5. Разработка технического проекта (ТП)
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Авиационный взрыватель АВУ-Э может снаряжаться в головное и донное очко авиабомбами среднего и крупного калибров. Каким будет время срабатывания взрывателя при различном снаряжении?

1.  $t_c = 1-2$  мс,
2.  $t_c = 5-10$  мс,
3.  $t_c = 10-15$  мс,
4.  $t_c = 15-20$  мс.

№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Во взрывателе В-429 имеется «стопор-ныряло». Чем обусловлено использование именно такого стопора, который при срабатывании капсюля-воспламенителя срезает удерживающую чеку и стопорит поворотную втулку с капсюлем-детонатором?

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Во взрывателе В-429 огневая цепь состоит из:

1. Замедлителя (З),
2. Капсюля-воспламенителя (КВ)
3. Капсюля-детонатора (КД)
4. Детонатора (Д)
5. Передаточного заряда (ПЗ)

Установите последовательность срабатывания элементов огневой цепи при установке взрывателя на мгновенное действие. Запишите последовательность цепи слева направо.

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

Движение снаряда в канале ствола в канале ствола орудия начинается:

1. В момент воспламенения порохового заряда
2. При достижении в зарядной камере давления форсирования
3. В конце горения порохового заряда

В период адиабатического расширения газов в стволе

№ 10 Прочитайте текст и установите последовательность

Огневая цепь взрывателей предохранительного типа содержит ряд элементов огневой цепи. Восстановите последовательность их срабатывания:

1. Капсюль-детонатор
2. Детонатор
3. Передаточный заряд
4. Капсюль-воспламенитель
5. Замедлитель

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами расположено несколько взрывателей разных марок. Зная марки взрывателя, определите его назначение. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Тип взрывателя	Назначение
----------------	------------

- |                     |   |
|---------------------|---|
| 1. Взрыватель В-429 | А. Контактный взрыватель для комплектации авиационных бомб крупного калибра |
| 2. Взрыватель       | Б. Контактный взрыватель для комплектации артиллерийских                    |

АВ-139	снарядов среднего и крупного калибров
3. Взрыватель АВ-281	В. Контактный взрыватель для комплектации минометных мин
4. Взрыватель М-6	Г. Взрыватель для комплектации вращающихся кассетных боеприпасов

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

В авиации установлены следующие калибры авиабомб (левый столбец). К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

1.	0,5 кг	
2.	2,5 кг	
3.	10 кг	А –
4.	50 кг	малый
5.	100 кг	калибр
6.	250 кг	Б –
7.	500 кг	средний
8.	1000 кг	калибр
9.	1500 кг	В –
10.	3000 кг	крупный
11.	5000 кг	калибр
12.	9000 кг	

**ПК-3 - Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей**

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

Что предполагает модульный принцип конструирования:

1. Разукрупнение электронной схемы изделия
2. Укрупнение электронной схемы изделия
3. Усложнение электронной схемы изделия

Упрощение электронной схемы изделия

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами обозначения коэффициентов, принятых во взрывательной технике для характеристики сил, действующих на детали взрывателя при выстреле и на траектории. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

Обозначение	Вид
1. К1	А – коэффициент центробежной взводимости
2. К2	Б – коэффициент силы набегания
3. К3	В – коэффициент линейной взводимости

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Авиационный взрыватель АВ-139 содержит «стопорный механизм». Чем обусловлено использование такого механизма во взрывателях для авиационных бомб среднего и крупного калибров?

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Во взрывателе ДБТ имеется механизм «Б». В чем состоит функциональное назначение донного механизма?

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами обобщенная структурная схема взрывателя. Установите соответствие этапов работы системы при действии взрывателя, выбрав к каждой позиции из левого столбца соответствующую позицию из правого столбца.

Компоненты системы	Этапы работы системы
Иницилирующая система	Этап 1
Огневая цепь	Этап 2
Система предохранения	Этап 3

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Вы работаете в конструкторской организации и получили задание приступить к разработке нового технического объекта (ТО). Восстановите последовательность действий, которую Вы будете использовать:

1. Получение ТЗ от заказчика
2. Согласование технического задания (ТЗ)
3. Изучение условий работы
4. Установление функций (назначение) ТО
5. Проведение патентного исследования
6. Определение структуры и назначения основных элементов
7. Согласование проекта изделия
8. Оформление технического предложения.

Запишите последовательность цифр слева направо

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Отсутствие перемещения центробежных предохранительных стопоров при движении снаряда в канале ствола обосновывается:

1. Сопротивлением предохранительной пружины
2. Силой трения от действия линейной силы инерции
3. Недостаточной величиной центробежной силы
4. Совместным действием перечисленных сил

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Отсутствие перемещений центробежных предохранительных стопоров во взрывателе при движении снаряда в канале ствола орудия обуславливается:

1. Сопротивлением предохранительной пружины (R)
2. Силой трения, вызванной давлением стопора на опору от линейного ускорения снаряда ( $f\sigma$ )
3. Отсутствием центробежной силы (C)
4. Действием Кориолисовой силы инерции (K)

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

В процессе разработки технического объекта конструкторской документации в зависимости от этапа разработки присваивается литера. Укажите последовательность присвоения литеры (Э, П,

Т, О).

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

При расчете механических систем принимают, что при движении материальной точки:

1. Активные силы и силы трения образуют равновесную систему сил
2. Силы инерции и реакции связей образуют равновесную систему сил
3. Силы инерции и активные силы образуют равновесную систему сил
4. Активные силы, реакции связей вместе с силой инерции образуют равновесную систему сил

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

Применение втулки-регулятора с отверстием малого диаметра в составе пиротехнических замедлителей обусловлено необходимостью:

1. Понижения скорости горения
2. Повышения интенсивности горения
3. Повышения точности работы
4. Технологическими причинами

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Кориолисова сила инерции определяется по формуле:

$$K = 2m\omega \sin(\alpha), \text{ где}$$

$m$  – масса детали,

$\omega$  – переносная угловая скорость,

$\alpha$  – относительная скорость.

В каких случаях Кориолисова сила инерции отсутствует?

1.  $m = 0$
2.  $\omega = 0$
3.  $\alpha = 0$
4.  $\sin(\alpha) = 0$