



*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: 2024

Программу составил:

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 Егоренков Л.С., к.т.н., снс

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Егоренков Л.С., к.т.н., снс

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ**

### **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-5 — способность решать задачи развития науки, техники и технологии в области управления в технических системах с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности
---

ПСК-1.1 — способность разрабатывать и исследовать электромеханические и электронные автономные системы управления действием высокودинамичных объектов в условиях повышенных внешних воздействий
---

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-5**

*знания:*

особенности построения и принципы функционирования автономных информационных и управляющих систем, в частности взрывателей и составляющих его устройств и механизмов;

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

*умения:*

теоретически составлять математические модели функционирования механизмов и устройств взрывателей, процессов, происходящих в них, а также анализировать эти процессы с целью разработки практических рекомендации по проектированию механизмов и схем различных типов взрывателей;

*навыки:*

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

## **ПСК-1.1**

*знания:*

условия функционирования взрывателей различных боеприпасов и условия служебного обращения;

*умения:*

теоретически составлять математические модели функционирования механизмов и устройств взрывателей, процессов, происходящих в них, а также анализировать эти процессы с целью разработки практических рекомендации по проектированию механизмов и схем различных типов взрывателей;

*навыки:*

реализации функциональных схем и функциональных задач типовыми механизмами и устройствами взрывателей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *27.03.04 Управление в технических системах*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, АРТИЛЛЕРИЙСКАЯ ТЕХНИКА, ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И ПРИБОРОВ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ФИЗИКА ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА, АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ.**

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-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-5 — Способен решать задачи развития науки, техники и технологии в области управления в технических системах с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности
- 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
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- ПСК-1.1 — Способен разрабатывать и исследовать электромеханические и электронные автономные системы управления действием высокодинамичных объектов в условиях повышенных внешних воздействий
- ПСК-1.4 — Способен анализировать процессы воспламенения, горения и детонации в автономных информационных и управляющих системах
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-5	ПСК-1.1
4	7	<b>Раздел 1. Взрыватель как автономная информационная и управляющая система.</b> 1.1 Основные понятия об автономных информационных и управляющих системах и их структурные схемы. 1.2 Технические требования к современным автономным информационным и управляющим системам. 1.3 Взрывательное устройство - типовая автономная информационная и управляющая система; структурная схема взрывательного устройства и назначение элементов структурной схемы.	8	6	2	4	2	10	10
4	7	<b>Раздел 2. Основные понятия теории автоматического управления.</b> 2.1 Принципы действия систем управления и систем автоматического регулирования; модели динамических и статических систем. Понятие состояния динамических систем. Уравнение состояния линейных систем. Линеаризация уравнений состояния. Примеры уравнений состояния систем. 2.2 Передаточные функции и их определение по уравнениям состояния. Переходные процессы и статические ошибки автоматических систем управления. 2.3 Частотные характеристики непрерывных и дискретных систем. Примеры расчёта частотных характеристик.	8	6	4	2	2	10	10
4	7	<b>Раздел 3. Силы и другие воздействия, возникающие и действующие на боеприпас и механизмы взрывателей в служебном обращении.</b> 3.1 Вибрационные, ударные и квазистатические воздействия. Ускорения при перевозке различными видами транспорта. Определение ускорения снаряда при падении на жесткую и мягкую преграды. Определение максимальных перемещений в осевых инерционных механизмах взрывателей. Качение снаряда по наклонной плоскости. Оценка касательных и центробежных сил, возникающих при качении. 3.2 Земная атмосфера и ее свойства. Структура атмосферы. Сведения о тропосфере, стратосфере и ионосфере. Температура, влажность и давление воздуха в различных слоях атмосферы. Морские условия: туман, температура окружающей среды. Тропические условия, Космические условия. Влияние атмосферных и космических условий на безопасность и безотказность действия взрывателей. 3.3 Физические воздействия на объект в служебном обращении и на траектории. Электризация, кинетический нагрев, изменение уровня космической и солнечной радиации. Электростатические и электромагнитные наводки. Характеристики этих факторов.	14	12	6	6	2	10	10
4	7	<b>Раздел 4. Элементы теории колебаний применительно к задачам, возникающим при проектировании механизмов и устройств взрывателей.</b> 4.1 Колебательные системы. Свободные и вынужденные колебания в системах. Определение собственных и резонансных частот типовых колебательных систем. Влияние сил сопротивления на колебательные параметры. Временные, фазовые и фазово-временные зависимости. 4.2 Виброударные колебания. Методы определения максимальных перемещений в виброударных системах. Анализ области существования периодических виброударных режимов и оценка виброустойчивости осевых инерционных механизмов. 4.3 Электрические колебания и их аналогия с механическими колебаниями. Электрический колебательный контур, содержащий сопротивление, конденсатор и индуктивность. Резонанс токов и напряжений. Добротность колебательной системы. 4.4 Разложение в ряд Фурье и практическое применение этого разложения в задачах, связанных с обработкой аналоговых и цифровых сигналов. 4.5 Автоколебания и автоколебательные системы. Автоколебательная система на примерах функционирования спусковых регуляторов часовых механизмов взрывателей и функционирования автодина радиовзрывателей.	11	8	4	4	3	10	10
4	7	<b>Раздел 5. Силы инерции при выстреле.</b> 5.1 Силы инерции при артиллерийском выстреле. Основные сведения об артиллерийских системах. Движение артиллерийского снаряда в канале орудия и на участке последствия. Физический смысл давления форсирования, Способы учета периода форсирования. Осевая, центробежная, касательная и кориолисова силы инерции. Коэффициенты осевой и центробежной взводимости. Силы инерции деталей взрывателей и примеры их учета и использования. 5.2 Силы инерции при минометном выстреле. Особенности минометного выстрела. Основные технические характеристики современных минометов и мин. Зависимости для ускорения мины при выстреле. Особенности движения мины при выстреле и на траектории. Значения коэффициента осевой взводимости. 5.3 Силы инерции при реактивном выстреле. Силы и моменты, действующие на реактивный снаряд. Ускорения движения неуправляемых и управляемых реактивных снарядов на пусковой установке, при отделении ракеты от стартового ускорителя. Влияние температуры на ускорение движения реактивного снаряда. Давления и температуры в камерах стартового и маршевого двигателей. Вибрации, вызванные работой двигателей. Силы инерции на активном участке траектории. Активно-реактивный выстрел, его особенности и основные параметры.	13	6	4	2	7	15	15
4	7	<b>Раздел 6. Силы инерции деталей взрывателей, возникающие при сложном движении боеприпаса.</b> 6.1 Системы координат для определения параметров движения снаряда и деталей взрывателей. Движение абсолютное, относительное и переносное. Закон Ньютона для неинерциальных систем. 6.2 Главный вектор и главный момент сил как характеристики силового воздействия. Нахождение главного вектора и главного момента сил инерции для деталей различной конфигурации (ползун, поворотная втулка, поворотный диск). Моменты инерции деталей взрывателей. Центробежный момент инерции и его зависимость от угла поворота детали.	20	12	6	6	8	15	15

4	7	<b>Раздел 7. Динамические воздействия, испытываемые боеприпасом и взрывателем на траектории.</b> 7.1 Силы и моменты, действующие при движении снаряда в воздухе и их определение при дозвуковой и сверх звуковой скоростях движения. Уравнение движения снаряда в воздухе. Изменение линейной и угловой скоростей движения снаряда на траектории. Формула Слезкина. Прецессионно-нутационное движение снаряда на траектории, причины его возникновения и основные параметры. Сила нутации. Сила лобового сопротивления, подъемная сила. Коэффициент набегания. 7.2 Силы инерции, возникающие при отделении боеприпаса от носителя, при раскрытии и движении кассетных боеприпасов.	12	4	2	2	8	15	15
4	7	<b>Раздел 8. Силы, возникающие при динамическом взаимодействии снаряда с преградами.</b> 8.1 Общие зависимости сопротивления среды движению проникающего тела и ее частные случаи применительно к преградам с различными физико- механическими свойствами. Проникание снаряда в грунт, бетон, каменную кладку. Определение сил инерции, возникающих при соударении боеприпаса с грунтом. Рикошетирующее снаряда от грунта, определение сил инерции при рикошетном ударе (поперечные, осевые, касательные силы инерции). 8.2 Удар снаряда о броню. Формула Жакоб де Мара. Расчет среднего ускорения снаряда в процессе пробития преграды. 8.3 Удар снаряда о воду. Основные этапы процесса соударения снаряда с водой и движения снаряда в воде. Понятие о присоединенной массе воды. Влияние скорости соударения с водой на характер удара и перегрузку при ударе. Определение параметров движения снаряда в воде. Определение установившейся скорости движения снаряда в воде. 8.4 Волновые явления при взаимодействии снаряда с преградами. Физические основы явления. Основные зависимости для расчета параметров ударного воздействия и волн упругих деформаций в зависимости от скорости взаимодействия. Энергетические соотношения при волновых процессах. 8.5 Особенности движения в преграде деформируемого снаряда.	22	14	6	8	8	15	15
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	68	34	34	40	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	68	34	34	40	100	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Взрыватель как автономная информационная и управляющая система.	Разбор структурных схем взрывателей как автономных информационных и управляющих систем	4
2	Раздел 2. Основные понятия теории автоматического управления.	Основные понятия теории автоматического управления. Уравнение состояния линейных систем. Примеры уравнений состояния систем. Передаточные функции и их определение по уравнениям состояния	2
3	Раздел 3. Силы и другие воздействия, возникающие и действующие на боеприпас и механизмы взрывателей в служебном обращении.	Определение максимальных перегрузок при падении снаряда на различные преграды в служебном обращении.	2
4		Определение максимальных перемещений при падении снаряда на различные преграды в служебном обращении.	4
5	Раздел 4. Элементы теории колебаний применительно к задачам, возникающим при проектировании механизмов и устройств взрывателей.	Электрические колебания и их аналогия с механическими колебаниями. Электрический колебательный контур, содержащий сопротивление, конденсатор и индуктивность. Резонанс токов и напряжений.	2
6		Разложение в ряд Фурье и практическое применение этого разложения	2
7	Раздел 5. Силы инерции при выстреле.	Исследование основных параметров, влияющих на надежность срабатывания накатных механизмов во взрывателях к артиллерийским и турбореактивным снарядам	2
8	Раздел 6. Силы инерции деталей взрывателей, возникающие при сложном движении боеприпаса.	Определение осевых и центробежных моментов инерции деталей взрывателей	2
9		Определение условий вращения деталей взрывателя под действием касательных сил инерции	2
10		Определение сил, действующих на детали взрывателей при артиллерийском выстреле, например, в механизме типа ДМДВ-6	2
11	Раздел 7. Динамические воздействия, испытываемые	Оценка сил, действующих на детали взрывателя на траектории.	2

	боеприпасом и взрывателем на траектории.		
12	Раздел 8. Силы, возникающие при динамическом взаимодействии снаряда с преградами.	Определение изменения динамических воздействий на снаряд при его встречи с различными преградами	8
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Взрыватель как автономная информационная и управляющая система.	Проработка аудиторных занятий.	1
2		Оформление практических занятий. Выполнение заданий для самостоятельной работы. Подготовка к рубежной аттестации.	1
3	Раздел 2. Основные понятия теории автоматического управления.	Проработка аудиторных занятий	1
4		Оформление практических занятий	1
5	Раздел 3. Силы и другие воздействия, возникающие и действующие на боеприпас и механизмы взрывателей в служебном обращении.	Проработка аудиторных занятий	2
6	Раздел 4. Элементы теории колебаний применительно к задачам, возникающим при проектировании механизмов и устройств взрывателей.	Подготовка к рубежной аттестации.	1
7		Проработка аудиторных занятий.	1
8		Оформление практических занятий.	1
9	Раздел 5. Силы инерции при выстреле.	Оформление практических занятий	3
10		Проработка аудиторных занятий	4
11	Раздел 6. Силы инерции деталей взрывателей, возникающие при сложном движении боеприпаса.	Проработка аудиторных занятий	3
12		Подготовка к сдаче дифференцированного зачета.	2
13		Оформление практических занятий	3
14	Раздел 7. Динамические воздействия, испытываемые боеприпасом и взрывателем на траектории.	Проработка аудиторных занятий.	2
15		Оформление практических занятий.	2
16		Подготовка к сдаче дифференцированного зачета.	4
17	Раздел 8. Силы, возникающие при динамическом взаимодействии снаряда с преградами.	Подготовка к сдаче дифференцированного зачета.	2
18		Оформление практических занятий.	3
19		Проработка аудиторных занятий.	3
Всего за 7 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
7						ДР			Колл	ДР						ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Колл – коллоквиум;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- коллоквиум;



- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 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. П. Смирнов, Е. Б. Грецова, С. А. Карпов. . Проектирование и расчёт упругих элементов в механизмах взрывателей боеприпасов различного назначения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
3. А. П. Смирнов, Е. Б. Грецова, С. А. Карпов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теоретические основы проектирования взрывателей. Ч. 1 Силы и моменты в механизмах взрывателей при артиллерийском выстреле. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 49 экз.
4. Г. В. Барбашов, А. П. Смирнов. . Системы управления взрывом. Основы анализа и синтеза. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000, 150 экз.
5. Е. В. Кульков. . Теоретические основы приборных устройств. Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1973, 33 экз.
6. Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
7. Я. Г. Пановко. . Основы прикладной теории колебаний и удара. М.: Либроком, 2010, 10 экз.

### 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. <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;
4. <http://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система.

### 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. Mathcad Prime 3.1;
2. 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. Mathcad Prime 3.1;
4. 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 **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части 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*:

ОПК-5 способность решать задачи развития науки, техники и технологии в области управления в технических системах с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности;

ПСК-1.1 способность разрабатывать и исследовать электромеханические и электронные автономные системы управления действием высокودинамичных объектов в условиях повышенных внешних воздействий.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ функционирования типовых схем и образцов автономных информационных и управляющих систем, в том числе взрывателей для различных боеприпасов на базе сведений об особенностях динамики этих боеприпасов при выстреле, на траектории и при взаимодействии с преградами, что является основой овладения студентами навыками анализа и синтеза взрывателей как приборов управления действием боевых частей боеприпасов. Взрыватель рассматривается как типовая автономная информационная и управляющая система с высокоэнергетическими выходными импульсами. Дисциплина является основой для последующих курсов по проектированию и моделированию автономных информационных и управляющих систем, а также для выполнения научно-исследовательской работы студентов и для выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- коллоквиум;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

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. Взрыватель как автономная информационная и управляющая система.		
Проработка аудиторных занятий.	А. П. Смирнов, Е. Б. Грецова, С. А. Карпов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теоретические основы проектирования взрывателей. Ч. 1 Силы и моменты в механизмах взрывателей при артиллерийском выстреле: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (Стр. 3-62)	1
Оформление практических занятий. Выполнение заданий для самостоятельной работы. Подготовка к рубежной аттестации.		1
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Основные понятия теории автоматического управления.		
Проработка аудиторных занятий	Г. В. Барбашов, А. П. Смирнов. . Системы управления взрывом. Основы анализа и синтеза: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000 (Глава 1)	1
Оформление практических занятий		1
Итого по разделу 2		2
Раздел 3. Силы и другие воздействия, возникающие и действующие на боеприпас и механизмы взрывателей в служебном обращении.		
Проработка аудиторных занятий	Г. В. Барбашов, А. П. Смирнов. . Системы управления взрывом. Основы анализа и синтеза: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000 (Страницы 58-60) А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 (Страницы 843-902)	2
Итого по разделу 3		2
Раздел 4. Элементы теории колебаний применительно к задачам, возникающим при проектировании механизмов и устройств взрывателей.		
Подготовка к рубежной аттестации.	Е. В. Кульков. . Теоретические основы приборных устройств: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1973 (Страницы 5-52)	1
Проработка аудиторных занятий.	Е. В. Кульков. . Теоретические основы приборных устройств: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1973 (Глава 1) Я. Г. Пановко. . Основы прикладной теории колебаний и удара: М.: Либроком, 2010 (Страницы 10-35) А. П. Смирнов, Е. Б. Грецова, С. А. Карпов. .	1
Оформление практических занятий.	Проектирование и расчёт упругих элементов в механизмах взрывателей боеприпасов различного назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Все главы)	1

Итого по разделу 4		3
<b>Раздел 5. Силы инерции при выстреле.</b>		
Оформление практических занятий	А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 (Страницы 865-924)	3
Проработка аудиторных занятий	Г. В. Барбашов, А. П. Смирнов. . Системы управления взрывом. Основы анализа и синтеза: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000 (Страницы 84-102) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (Страницы 103-206)	4
Итого по разделу 5		7
<b>Раздел 6. Силы инерции деталей взрывателей, возникающие при сложном движении боеприпаса.</b>		
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 854-924)	3
Подготовка к сдаче дифференцированного зачета.	Г. В. Барбашов, А. П. Смирнов. . Системы управления взрывом. Основы анализа и синтеза: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000 (Страницы 102-134)	2
Оформление практических занятий		3
Итого по разделу 6		8
<b>Раздел 7. Динамические воздействия, испытываемые боеприпасом и взрывателем на траектории.</b>		
Проработка аудиторных занятий.	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (Страницы 13-102)	2
Оформление практических занятий.	А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 (Страницы 854-924)	2
Подготовка к сдаче дифференцированного зачета.	Г. В. Барбашов, А. П. Смирнов. . Системы управления взрывом. Основы анализа и синтеза: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000 (Страницы 58-78)	4
Итого по разделу 7		8
<b>Раздел 8. Силы, возникающие при динамическом взаимодействии снаряда с преградами.</b>		
Подготовка к сдаче дифференцированного зачета.	Г. В. Барбашов, А. П. Смирнов. . Системы управления взрывом. Основы анализа и синтеза: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000 (Страницы 112-143)	2
Оформление практических занятий.	А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 (Страницы 924-952)	3
Проработка аудиторных занятий.		3
Итого по разделу 8		8

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

### 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.

#### Коллоквиум

На коллоквиум выносятся часть материала дифференцированного зачёта; оценка за коллоквиум учитывается при выставлении оценки по итогам зачёта.

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 успешно пройденным в случае получения обучающимся оценки не ниже, чем "удовлетворительно".

Ориентировочный перечень выносимых на коллоквиум:

1. Определить условия срабатывания наковального механизма центробежного типа во взрывателе к турбореактивному снаряду при следующих исходных данных:  $N=30000$  об/мин,  $I=50g$ ,  $r=3mm$ ,  $a=6mm$ .
2. Определить максимальную скорость ударника центробежного типа для заданных условий.
3. Уравнение движения (поступательное и вращательное). Определение моментов инерции различных тел.
4. Уравнение, описывающее процессы в электрическом колебательном контуре.
5. Временные, фазовые и фазово-временные диаграммы, характеризующие колебательные процессы в динамических системах.
6. Современная артиллерия. Общая характеристика. Классификация артиллерийских орудий наземной артиллерии. Тактико-технические требования к артиллерийским системам, основные боевые требования (могущество, дальность стрельбы, точность стрельбы, огневая производительность, режим огня, маневренность и другие).
7. Физические основы выстрела. Влияние параметров выстрела на начальную скорость снаряда.
8. Силы инерции, возникающие при артиллерийском выстреле. Физические процессы, уравнение движения снаряда, основные формулы. Характер изменения давления, осевой перегрузки, поступательной и вращательной скоростей при движении снаряда в канале ствола. Коэффициент могущества арт. систем. Определение среднего значения осевой перегрузки при движении снаряда в канале ствола и определение среднего времени движения снаряда в стволе орудия.
9. Определить максимальную перегрузку, возникающую при падении снаряда на чугунную плиту с высоты  $H=2m$ , время соударения с плитой 0,2 мс, коэффициент восстановления при ударе 1,0. Закон

изменения перегрузки - прямоугольный.

10. Определить максимальное перемещение инерционного тела в простейшем инерционном механизме при ударе. Ударный импульс прямоугольной формы. Построить график  $X_{\max} = t(n_0 / nm)$  при условии  $nmt_y = \text{Const}$ .

11. Определение высоты безопасного падения простейшего ИПМ исходя из условия мгновенного удара.

12. Установить связь между высотой безопасного падения, габаритами механизма (рабочий ход -а) и условиями взводимости (к-коэффициент осевой взводимости).

13. Определить максимальную перегрузку, возникающую при падении снаряда на чугунную плиту с высоты  $H=2\text{м}$ , время соударения с плитой  $0,2\text{ мс}$ , коэффициент восстановления при ударе  $1,0$ . Закон изменения перегрузки – полусинусоида.

14. Общий случай падения снаряда на упругое основание. Уравнение движения снаряда и инерционного тела и решение системы уравнений.

### Вопросы к дифференцированному зачету

1. Определить условия срабатывания наковального механизма центробежного типа во взрывателе к турбореактивному снаряду при следующих исходных данных:  $N=30000\text{ об/мин}$ ,  $I=50\text{г}$ ,  $r=3\text{мм}$ ,  $a=6\text{мм}$ .

2. Определить максимальную скорость ударника центробежного типа для заданных условий.

3. Уравнение движения (поступательное и вращательное). Определение моментов инерции различных тел.

4. Уравнение, описывающее процессы в электрическом колебательном контуре.

5. Временные, фазовые и фазово-временные диаграммы, характеризующие колебательные процессы в динамических системах.

6. Современная артиллерия. Общая характеристика. Классификация артиллерийских орудий наземной артиллерии. Тактико-технические требования к артиллерийским системам, основные боевые требования (могущество, дальность, точность стрельбы, огневая производительность, режим огня, маневренность и другие).

7. Физические основы выстрела. Влияние параметров выстрела на начальную скорость снаряда.

8. Силы инерции, возникающие при артиллерийском выстреле. Физические процессы, уравнение движения снаряда, основные формулы. Характер изменения давления, осевой перегрузки, поступательной и вращательной скоростей при движении снаряда в канале ствола. Коэффициент могущества арт. систем. Определение среднего значения осевой перегрузки при движении снаряда в канале ствола и определение среднего времени движения снаряда в стволе орудия.

9. Определить максимальную перегрузку, возникающую при падении снаряда на чугунную плиту с высоты  $H=2\text{м}$ , время соударения с плитой  $0,2\text{ мс}$ , коэффициент восстановления при ударе  $1,0$ . Закон изменения перегрузки - прямоугольный.

10. Определить максимальное перемещение инерционного тела в простейшем инерционном механизме при ударе. Ударный импульс прямоугольной формы. Построить график  $X_{\max} = t(n_0 / nm)$  при условии  $nmt_y = \text{Const}$ .

11. Определение высоты безопасного падения простейшего ИПМ исходя из условия мгновенного удара.

12. Установить связь между высотой безопасного падения, габаритами механизма (рабочий ход -а) и условиями взводимости (к-коэффициент осевой взводимости).

13. Определить максимальную перегрузку, возникающую при падении снаряда на чугунную плиту с высоты  $H=2\text{м}$ , время соударения с плитой  $0,2\text{ мс}$ , коэффициент восстановления при ударе  $1,0$ . Закон изменения перегрузки – полусинусоида.

14. Общий случай падения снаряда на упругое основание. Уравнение движения снаряда и инерционного тела и решение системы уравнений.

15. Решение системы уравнений по п. 26 при условии  $M \gg m$  и  $СПРЕГ > С ПРУЖ$ , где  $M$ - масса снаряда,  $m$  – масса инерционного тела взрывателя,  $СПРЕГ$ - жесткость основания преграды;  $С ПРУЖ$  – жесткость пружины инерционного механизма.

16. Вывод формулы для центробежной силы детали взрывателя произвольной формы, перемещающейся в плоскости, перпендикулярной оси снаряда. Коэффициент центробежной взводимости  $k_2$ , формула для него и характерные значения. Использование центробежной силы для построения механизмов взрывателей и ее влияние на работу этих механизмов.

17. Рассмотреть движение детали под действием центробежной силы инерции относительно оси, параллельной оси снаряда (на примере поворотной втулки механизмов ДМДВ-6).

18. Рассмотреть движение детали под действием центробежной силы инерции относительно оси, параллельной оси снаряда (на примере поворотной втулки взрывателя РГМ-2).

19. Кориолисова сила инерции. Причины возникновения. Влияние кориолисовой силы инерции на поступательное и вращательное движение детали. Примеры.

20. ИПМ простейшего типа. Определить максимальное перемещение инерционного тела под действием ударного импульса. Определить высоту безопасного падения.

21. Определение высоты безопасного падения простейшего инерционного механизма при ударном импульсе прямоугольного типа.



22. Силы при взаимодействии боеприпаса с различными преградами. Общие зависимости сопротивления среды движению проникающего тела и ее частные случаи применительно к преградам с различными физико- механическими свойствами. Проникание снаряда в грунт, бетон, каменную кладку. Определение сил инерции, возникающих при соударении боеприпаса с грунтом.
23. Определение зависимостей между параметрами движения снаряда в преграде (в грунте).
24. Встреча снаряда с преградой. Определение максимального пути снаряда в грунте, времени движения снаряда в преграде до его остановки. и максимального ускорения снаряда в грунте.
25. Определение параметров движения при внедрении головной части артиллерийского снаряда в грунт.
26. Рикошетирование снаряда от грунта, определение сил инерции при рикошетном ударе (поперечные, осевые, касательные силы инерции).
27. Удар снаряда о воду. Основные этапы процесса соударения снаряда с водой и движения снаряда в воде. Понятие о присоединенной массе воды. Влияние скорости соударения с водой на характер удара и перегрузку при ударе. Определение параметров движения снаряда в воде. Определение установившейся скорости движения снаряда в воде.
28. Силы, действующие на взрыватель на траектории.
29. Прецессионно-нутацонное движение снаряда на траектории. Регулярная прецессия. Силы инерции.
30. Общий случай прецессионно-нутацонного движения снаряда на траектории.
31. Силы реакции и силы инерции, действующие на взрыватель на траектории.
32. Земная атмосфера и её свойства.
33. Силы реакции, действующие на мембрану головного взрывателя от воздействия набегающего воздушного потока.
34. Силы реакции, действующие на мембрану головного взрывателя, при стрельбе в дождь.
35. Силы набегаания, действующие на инерционный ударник, на траектории полета снаряда. Коэффициент набегаания.
36. Прецессионно-нутацонное движение снаряда на траектории. Регулярная прецессия. Силы инерции.
37. Общий случай прецессионно-нутацонного движения снаряда на траектории.
38. Центробежные и касательные силы инерции, действующие на траектории.
39. Силы при взаимодействии боеприпаса с различными преградами. Общие зависимости сопротивления среды движению проникающего тела и ее частные случаи применительно к преградам с различными физико- механическими свойствами. Проникание снаряда в грунт, бетон, каменную кладку. Определение сил инерции, возникающих при соударении боеприпаса с грунтом.
40. Определение зависимостей между параметрами движения снаряда в преграде (в грунте). Установить связь между скоростью снаряда и его перемещением в грунте.
41. Березанская формула. Определение времени и ускорения (средние значения) при проникании в грунт.
42. Встреча снаряда с преградой. Определение максимального пути снаряда в грунте, времени движения снаряда в преграде до его остановки. и максимального ускорения снаряда в грунте.
43. Определение параметров движения при внедрении головной части артиллерийского снаряда в грунт. Головная часть – полусфера.
44. Определение параметров движения при внедрении головной части артиллерийского снаряда в грунт. Головная часть – конус.
45. Определение параметров движения при внедрении головной части артиллерийского снаряда в грунт. Головная часть – парабола.
46. Определение параметров движения при внедрении головной части артиллерийского снаряда в грунт. Головная часть – полуэллипс.

### **Дифференцированный зачет**

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

Оценка выставляется согласно следующим критериям по итогам выполнения сформулированных в билете вопросов и задачи:

«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		ОПК-5	ПСК-1.1	
4	7	Раздел 1. Взрыватель как автономная информационная и управляющая система.	8	6	2	4	2	10	10	Коллоквиум
4	7	Раздел 2. Основные понятия теории автоматического управления.	8	6	4	2	2	10	10	Коллоквиум
4	7	Раздел 3. Силы и другие воздействия, возникающие и действующие на боеприпас и механизмы взрывателей в служебном обращении.	14	12	6	6	2	10	10	Коллоквиум
4	7	Раздел 4. Элементы теории колебаний применительно к задачам, возникающим при проектировании механизмов и устройств взрывателей.	11	8	4	4	3	10	10	Коллоквиум
4	7	Раздел 5. Силы инерции при выстреле.	13	6	4	2	7	15	15	Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 6. Силы инерции деталей взрывателей, возникающие при сложном движении боеприпаса.	20	12	6	6	8	15	15	Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 7. Динамические воздействия, испытываемые боеприпасом и взрывателем на траектории.	12	4	2	2	8	15	15	Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 8. Силы, возникающие при динамическом взаимодействии снаряда с преградами.	22	14	6	8	8	15	15	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	100	100	

<b>Всего по дисциплине</b>	108	68	34	34	40	100	100	
----------------------------	-----	----	----	----	----	-----	-----	--

## Критерии оценивания

### ОПК-5

#### *Вопросы открытого типа:*

- |      |                 |
|------|-----------------|
| № 1  | Специдисциплина |
| № 2  | Специдисциплина |
| № 3  | Специдисциплина |
| № 4  | Специдисциплина |
| № 5  | Специдисциплина |
| № 6  | Специдисциплина |
| № 7  | Специдисциплина |
| № 8  | Специдисциплина |
| № 9  | Специдисциплина |
| № 10 | Специдисциплина |

#### *Вопросы закрытого типа:*

- |      |                 |
|------|-----------------|
| № 1  | Специдисциплина |
| № 2  | Специдисциплина |
| № 3  | Специдисциплина |
| № 4  | Специдисциплина |
| № 5  | Специдисциплина |
| № 6  | Специдисциплина |
| № 7  | Специдисциплина |
| № 8  | Специдисциплина |
| № 9  | Специдисциплина |
| № 10 | Специдисциплина |

### ПСК-1.1

#### *Вопросы открытого типа:*

- |      |                 |
|------|-----------------|
| № 1  | Специдисциплина |
| № 2  | Специдисциплина |
| № 3  | Специдисциплина |
| № 4  | Специдисциплина |
| № 5  | Специдисциплина |
| № 6  | Специдисциплина |
| № 7  | Специдисциплина |
| № 8  | Специдисциплина |
| № 9  | Специдисциплина |
| № 10 | Специдисциплина |

#### *Вопросы закрытого типа:*

- |      |                 |
|------|-----------------|
| № 1  | Специдисциплина |
| № 2  | Специдисциплина |
| № 3  | Специдисциплина |
| № 4  | Специдисциплина |
| № 5  | Специдисциплина |
| № 6  | Специдисциплина |
| № 7  | Специдисциплина |
| № 8  | Специдисциплина |
| № 9  | Специдисциплина |
| № 10 | Специдисциплина |