

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Суслин А. В.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

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	
4	8	3	108	52	26	13	13	56	0	0	56	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: 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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ 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:

ПСК-1.1 — способность разрабатывать и исследовать электромеханические и электронные автономные системы управления действием высокодинамичных объектов в условиях повышенных внешних воздействий
ПСК-1.3 — способность разрабатывать информационно-измерительные компоненты автономных информационных и управляющих систем

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1.1

знания:

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

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 рекомендаций 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-1.3

знания:

принципы выполнения различных функциональных задач механизмами и устройствами взрывателей;

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 рекомендаций 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.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ** 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: **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АУТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА, ФИЗИКА ГОРЕНИЯ И ВЗРЫВА, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, АРТИЛЛЕРИЙСКАЯ ТЕХНИКА, РАКЕТНАЯ ТЕХНИКА, БОЕПРИПАСЫ, АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ АУТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- 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
- ОПК-7 — Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления
- 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 высокودинамичных объектов в условиях повышенных внешних воздействий
- ПСК-1.3 — Способен разрабатывать информационно-измерительные компоненты автономных информационных и управляющих систем
- 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-1.1	ПСК-1.3
4	8	Раздел 1. Взрыватель как автономная информационная и управляющая система. 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	4	4	0	0	4	5	5
4	8	Раздел 2. Методы и средства обеспечения безопасности взрывателей в служебном обращении, при выстреле и на траектории. Моделирование механизмов и устройств системы предохранения. 2.1 Методы обеспечения безопасности взрывателей в служебном обращении и моделирование процессов воздействия механических факторов на устройства и механизмы взрывателей. Обеспечение ударопрочности, вибропрочности, устойчивости к климатическим и другим воздействиям. 2.2 Методы обеспечения безопасности взрывателей при выстреле и моделирование процессов воздействия условий, сопровождающих выстрел на устройства и механизмы взрывателей. 2.3 Методы обеспечения безопасности и помехоустойчивости взрывателей на траектории и моделирование процессов воздействия механических и электромагнитных факторов на устройства и механизмы взрывателей.	32	18	6	6	6	14	35	35
4	8	Раздел 3. Сенсорные системы автономных информационных и управляющих систем (многофункциональных и многорежимных взрывателей) и их моделирование. 3.1 Назначение, область применения, основные требования к сенсорным устройствам и их классификация. 3.2 Классификация, принцип действия, основные технические характеристики, область применения и тенденции развития. 3.3 Избирательность и помехоустойчивость инициирующей системы взрывательных устройств. 3.4 Моделирование электромеханических сенсорных систем; анализ результатов моделирования и обоснование применимости этих систем во взрывательных устройствах.	34	20	6	7	7	14	25	25
4	8	Раздел 4. Общие принципы проектирования и моделирования взрывателей для боеприпасов различного назначения и процессов функционирования их устройства и механизмов. 4.1 Взрыватели для осколочных и осколочно-фугасных артиллерийских снарядов. 4.2 Взрыватели для реактивных снарядов и РСЗО. 4.3 Взрыватели для кумулятивных боеприпасов. 4.4 Взрыватели для авиабомб. 4.5 Взрыватели для торпед.	34	10	10	0	0	24	35	35
Всего за 8 семестр			108	52	26	13	13	56	100	100
Всего по дисциплине			108	52	26	13	13	56	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Методы и средства обеспечения безопасности взрывателей в служебном обращении, при выстреле и на траектории. Моделирование механизмов и устройств системы предохранения.	Моделирование функционирования механизма при выстреле из артиллерийского орудия и исследование его безопасности в служебном обращении и помехоустойчивости на траектории.	2
2		Моделирование функционирования механизма при выстреле из РСЗО и исследование его безопасности в служебном обращении и помехоустойчивости на траектории.	2
3		Моделирование функционирования механизма при выстреле из миномета и исследование его безопасности в служебном обращении и помехоустойчивости на траектории.	2

4	Раздел 3. Сенсорные системы автономных информационных и управляющих систем (многофункциональных и многорежимных взрывателей) и их моделирование.	Моделирование функционирования реакционного ударного механизма при взаимодействии с преградой и исследование его безопасности в служебном обращении и помехоустойчивости на траектории.	2
5		Моделирование функционирования инерционного ударного механизма при взаимодействии с преградой и исследование его безопасности в служебном обращении и помехоустойчивости на траектории.	2
6		Моделирование функционирования КДЦ при взаимодействии с преградой и исследование его безопасности в служебном обращении, при выстреле и помехоустойчивости на траектории.	2
7		Моделирование функционирования КДЦ при взаимодействии с преградой и исследование его безопасности в служебном обращении, при выстреле и помехоустойчивости на траектории.	1
Всего за 8 семестр			13

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Методы и средства обеспечения безопасности взрывателей в служебном обращении, при выстреле и на траектории. Моделирование механизмов и устройств системы предохранения.	Исследование источника питания на основе электромеханического генератора (турбогенератора) (П23).	2
2		Испытание центробежных предохранительных механизмов на взводимость (П13).	2
3		Исследование гидравлического механизма (П11).	2
4	Раздел 3. Сенсорные системы автономных информационных и управляющих систем (многофункциональных и многорежимных взрывателей) и их моделирование.	Исследование волнового датчика магнитоэлектрического типа (П19).	3
5		Испытание магнитоэлектрического датчика изделия «Игла» (П30).	2
6		Приём отчётов по лабораторным работам.	2
Всего за 8 семестр			13

3.4. 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.	Выбор и согласование тем курсовых работ.	2
2		Проработка аудиторных занятий.	1
3		Подготовка к рубежной аттестации.	1
4	Раздел 2. Методы и средства обеспечения безопасности взрывателей в служебном обращении, при выстреле и на	Проработка аудиторных занятий	3
5		Оформление лабораторных работ	3
6		Подготовка к рубежной аттестации.	3

7	траектории. Моделирование механизмов и устройств системы предохранения.	Оформление проектов заданий на курсовые работы. Анализ состояния вопроса.	5
8	Раздел 3. Сенсорные системы автономных информационных и управляющих систем (многофункциональных и многорежимных взрывателей) и их моделирование.	Ознакомление с технической литературой и интернет-источниками в рамках тем курсовых работ. Изучение нормативной литературы (ГОСТы, ОСТы, нормали, технические условия) в рамках тем курсовых работ.	4
9		Проработка аудиторных занятий.	2
10		Оформление лабораторных работ.	4
11		Подготовка к сдаче экзамена.	4
12	Раздел 4. Общие принципы проектирования и моделирования взрывателей для боеприпасов различного назначения и процессов функционирования их устройства и механизмов.	Разработка текстовой части курсовой работы. Разработка расчётно-графической части курсовых работ. Оформление пояснительных записок, подготовка к защите курсовых работ.	7
13		Оформление лабораторных работ.	5
14		Подготовка к сдаче экзамена.	7
15		Проработка аудиторных занятий.	5
Всего за 8 семестр			56

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8			ЛР			ДР	Колл		ЛР	ДР	ЛР		Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Колл – коллоквиум;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- коллоквиум;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . 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 ; 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.
3. Г. А. Сулин. . Теоретические основы расчёта сенсорных систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000, 46 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. 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. <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 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Microsoft Office;
2. PTC Mathcad Prime 5.0;
3. Matlab 2015a SP1.

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. Matlab 2015a SP1;
4. Microsoft Office;
5. PTC Mathcad Prime 5.0.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Стенд для испытаний магнитоэлектрического датчика изделия "Игла";
2. Проектор;
3. Интерактивная доска;
4. Стенд для исследования гидравлического механизма;
5. Стенд для испытаний центробежного предохранительного механизма на взводимость;
6. Стенд для исследования волнового датчика магнитоэлектрического типа;
7. Стенд для исследования источника питания на основе электромеханического генератора (турбогенератора);
8. Microsoft Office;
9. PTC Mathcad Prime 5.0.

6.4. Прочее:

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

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ** 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*:

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

ПСК-1.3 способность разрабатывать информационно-измерительные компоненты автономных информационных и управляющих систем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ функционирования и проектирования типовых 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 выполнения учащимся выпускной квалификационной работы.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- 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 (**26 ч.**), практические занятия (**13 ч.**), лабораторный практикум (**13 ч.**), самостоятельная работа студента (**56 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 52 ч. аудиторных занятий, и 56 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.		
Выбор и согласование тем курсовых работ.	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)	2
Проработка аудиторных занятий.		1
Подготовка к рубежной аттестации.		1
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Методы и средства обеспечения безопасности взрывателей в служебном обращении, при выстреле и на траектории. Моделирование механизмов и устройств системы предохранения.		
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 5-18) А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 (Страницы 131-155) 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 (Страницы 245-267)	3
Оформление лабораторных работ		3
Подготовка к рубежной аттестации.		3
Оформление проектов заданий на курсовые работы. Анализ состояния вопроса.		5
Итого по разделу 2		14
Раздел 3. Сенсорные системы автономных информационных и управляющих систем (многофункциональных и многорежимных взрывателей) и их моделирование.		
Ознакомление с технической литературой и интернет-источниками в рамках тем курсовых работ. Изучение нормативной литературы (ГОСТы, ОСТы, нормали, технические условия) в рамках тем курсовых работ.	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) Г. А. Сулин. . Теоретические основы расчёта сенсорных систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2000 (Страница 64)	4
Проработка аудиторных занятий.		2
Оформление лабораторных работ.		4
Подготовка к сдаче экзамена.		4

Итого по разделу 3		14
Раздел 4. Общие принципы проектирования и моделирования взрывателей для боеприпасов различного назначения и процессов функционирования их устройства и механизмов.		
Разработка текстовой части курсовой работы. Разработка расчётно-графической части курсовых работ. Оформление пояснительных записок, подготовка к защите курсовых работ.	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)	7
Оформление лабораторных работ.		5
Подготовка к сдаче экзамена.		7
Проработка аудиторных занятий.		5
Итого по разделу 4		24

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

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

Коллоквиум

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

Ответ оценивается преподавателем по четырёхбалльной системе; оцениваются корректность и полнота ответа.

Оценка выставляется согласно следующим критериям:

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

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

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

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

По результатам 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, $I=50$ г, $r=3$ мм, $a=6$ 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 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 $H=2\text{м}$, 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 $X_{\max}=t(n_0/n_m)$ при условии $n_m t_y = \text{Const}$.

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.

Лабораторная работа

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

На первом занятии для всей группы проводится инструктаж на рабочем месте по правилам соблюдения требований техники безопасности и о порядке допуска к лабораторным работам. В книге учёта первичного инструктажа каждый обучающийся расписывается по факту проведения инструктажа. Обучающимся сообщается порядок допуска, выполнения и защиты лабораторных работ. Как правило, группа разбивается на бригады по 2-3 человека.

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

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

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

Вопросы к экзамену

1. 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 $X_{\max}=t(n_0/n_m)$ при условии

$nmty = \text{Const}$.

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 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 $\text{СПРЕГ} > \text{С ПРУЖ}$, 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.

Экзамен

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

Оценка выставляется по результатам ответов на теоретические вопросы и решения практического задания согласно следующим критериям:

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

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

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

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

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-1.1	ПСК-1.3	
4	8	Раздел 1. Взрыватель как автономная информационная и управляющая система.	8	4	4	0	0	4	5	5	Коллоквиум, Лабораторная работа
4	8	Раздел 2. Методы и средства обеспечения безопасности взрывателей в служебном обращении, при выстреле и на траектории. Моделирование механизмов и устройств системы предохранения.	32	18	6	6	6	14	35	35	Лабораторная работа, Коллоквиум
4	8	Раздел 3. Сенсорные системы автономных информационных и управляющих систем (многофункциональных и многорежимных взрывателей) и их моделирование.	34	20	6	7	7	14	25	25	Лабораторная работа
4	8	Раздел 4. Общие принципы проектирования и моделирования взрывателей для боеприпасов различного назначения и процессов функционирования их устройства и механизмов.	34	10	10	0	0	24	35	35	Вопросы к экзамену, Лабораторная работа
Всего за 8 семестр			108	52	26	13	13	56	100	100	
Всего по дисциплине			108	52	26	13	13	56	100	100	

Критерии оценивания

ПСК-1.1

Вопросы открытого типа:

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

Вопросы закрытого типа:

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

ПСК-1.3

Вопросы открытого типа:

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

Вопросы закрытого типа:

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