

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСНЫХ УСТРОЙСТВ

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Боеприпасы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ
Кафедра-разработчик рабочей программы	ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ

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	
5	9	4	144	68	34	34	0	76	0	18	58	диф. зач.
5	10	4	144	68	34	34	0	76	36	0	40	экз.
ВСЕГО		8	288	136	68	68	0	152	36	18	98	

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 составил:

Кафедра ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ
Никулин Евгений Николаевич, д.т.н., профессор, профессор

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ**

Заведующий кафедрой Знаменский Е.А., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ

Заведующий кафедрой Знаменский Е.А., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСНЫХ УСТРОЙСТВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-2 — Способен осуществлять профессиональную деятельность и применять методы математического моделирования боевой эффективности, надежности, баллистики, аэродинамики, взрыва, высокоскоростного удара, кумуляции, напряженно-деформированного состояния и разрушения конструкций боеприпасов, а также сопутствующих взрывных технологий и технологий двойного назначения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-2

знания:

на уровне представлений:

- история развития конструкторской мысли в предшествующем столетии;
- состояние и перспективы развития боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии;
- специальная научно-техническая и патентная литература по избранной тематике;
- технические характеристики и конструктивные особенности используемых в настоящее время

боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии;

- методические подходы при проведении технико-экономического анализа, комплексного обоснования принимаемых и реализуемых решений на различных этапах жизненного цикла боеприпасов (БП).

на уровне воспроизведения:

- основные сведения из аэродинамики;
- основные законы движения жидкостей и газов;
- силы и моменты, действующие на БП в полете;
- сведения из динамики полета БП;
- системы управления движением БП и наземное оборудование;
- боеприпасы ствольной артиллерии малого, среднего и крупного калибров;
- боеприпасы реактивной артиллерии;
- системы залпового огня (РСЗО);
- анализ принятых решений и выработки предложений по улучшению характеристик боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии на начальных этапах проектирования БП.

на уровне понимания:

- особенности работы отдельных элементов конструкций образцов ствольной и ракетной техники (реактивные двигатели, силовые элементы конструкции БП, боевое снаряжение);
- какие расчеты и в какой последовательности необходимо проводить при оценке нагрузок на элементы конструкций образцов БП;
- принципы построения моделей функционирования боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии и их элементов;

умения:

теоретические

- использовать знания, полученные при освоении дисциплин, предшествующих данной, при составлении математических моделей функционирования боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии;
- проводить математическое моделирование функционирования боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии и их элементов на функциональном уровне;

практические

- самостоятельно разбираться с устройством и функционированием боеприпасов и их систем;
- оценивать эффективность действия различных боеприпасов по отдельным и групповым целям;

навыки:

проведения системного анализа и комплексного обоснования принимаемых конструктивных решений по боеприпасам ствольной и реактивной артиллерии в целом и их системам.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСНЫХ УСТРОЙСТВ** является дисциплиной **части**, формируемой участниками образовательных отношений блока 1, программы подготовки по направлению 17.05.01 *Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСОВ, УСТРОЙСТВО БОЕПРИПАСОВ, ВЗРЫВАТЕЛЕЙ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЕМ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПК-1 — Способен ориентироваться в многообразии современных образцов боеприпасов, взрывателей, систем артиллерийского и ракетного вооружения, демонстрировать знание их технических характеристик и конструктивных особенностей, применяемых материалов и технологий
- ПК-5 — Способен проектировать и внедрять технологические процессы изготовления боеприпасов и взрывателей различного назначения и необходимую технологическую оснастку
- ПК-6 — Способен ориентироваться в многообразии технологического оборудования, применяемого для производства боеприпасов

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 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		ПК-2
5	9	Раздел 1. Развитие проектной деятельности на основе системных принципов. 1.1. Введение. Предмет и содержание курса. Роль и место дисциплины в системе подготовки специалиста по специальности 17.05.01. классиф-я форм проектирования: кустарно-ремесленная, чертежная, системотехническая формы проектирования. Обобщенная модель и постановка задачи проектирования. 1.2. Проектируемый объект как сложная система (СС). Свойства СС. Общая методология исследования СС. БП как элемент ствольного комплекса. Основные идеи и приемы системного подхода: синергизм, декомпозиция и агрегирование. 1.3. Моделирование функционирования как процесс устранения неопределенности в проектировании. Имитационное моделирование как основа прогнозирования и оптимизации ствольных комплексов и его элементов. Модульное (блочное) построение имитационной модели комплекса. Обоснование банка модулей. Формирование имитационной модели из банка модулей. Примеры модульного построения имитационных моделей.	14	10	6	4	4	5
5	9	Раздел 2. Боевые свойства ствольных комплексов (СК). Оценка эффективности действия СК. 2.1. Требования, предъявляемые к СК и его элементам. Критерии эффективности СК. Многокритериальность в задачах оценки эффективности и компромиссный характер их решения. Примеры: дальнобойность, точность стрельбы, могущество действия, огневая производительность, маневренность, надежность, стоимость комплекса и его элементов, стоимость решения боевой задачи. 2.2. Гарантированная дальность стрельбы. Применение на практике. Расчет потребного количества боеприпасов по различным целям. 2.3. Учет противодействия противника. Моделирование боевых ситуаций, модель динамики средних, модель стохастических дуэлей.	22	14	6	8	8	10
5	9	Раздел 3. Методы оптимального проектирования СК и его элементов. 3.1. Постановка задачи оптимального проектирования. Формализация задачи оптимального проектирования. Понятие о задачах векторной оптимизации. Обобщенная постановка задачи проектирования СК и его элементов. 3.2. Отображение проектного решения в пространстве параметров и пространстве критериев. Парето оптимальность. 3.3. Классификация методов оптимального проектирования.	16	8	6	2	8	10
5	9	Раздел 4. Баллистическое проектирование ствольных комплексов. 4.1. Оптимизация баллистического решения для полевого орудия: постановка задачи, особенности имитационных моделей и математическое выражение для критериев оптимальности, обоснование банка модулей, блок-схема алгоритма решения, пример. 4.2. Оптимизация баллистического решения для противотанкового орудия. 4.3. Оптимизация баллистического решения для зенитного комплекса.	44	14	6	8	30	15
5	9	Раздел 5. Боеприпасы реактивной артиллерии. 5.1. Историческая справка, роль реактивной артиллерии в период ВОВ. ТТХ основных РСЗО. Особенности конструкции и функционирования. Классификация 5.2. Тяга камеры с соплом Лаваля. Эффективная скорость истечения Полный импульс. Единичный импульс. Удельная тяга. Параметры истечения газов из сопла РДТТ. Выражения для секундного расхода, критических параметров, скорости газового потока в любом сечении сопла, уширения сопла. 5.3. Основные соотношения между размерами заряда РДТТ. Параметры заряжения. Условие постоянства тяги. Зависимость скорости горения от давления и температуры. Связь между параметрами двигателя и ракеты. Формула Циолковского. Влияние параметров двигателя на характеристики НРС.	22	12	6	6	10	5
5	9	Раздел 6. Баллистическое проектирование неуправляемых реактивных снарядов (НРС). 6.1. Особенности постановки задачи в зависимости от системы ограничений на функционирование. Массовое уравнение НРС. Изменение баллистических и конструктивно-массовых характеристик НРС заданного калибра и массы полезной нагрузки при изменении длины заряда. 6.2. Вывод условия максимума дальности стрельбы НРС неограниченной длины. Связь между размерами заряда и плотностью заряжения для заряда из одноканальных цилиндрических шашек. 6.3. Определение основных конструктивных параметров оптимального баллистического образца. Определение длины полезной нагрузки и всего изделия. Пример приближенного расчета основных конструктивных параметров оптимального баллистического образца.	26	10	4	6	16	10
Всего за 9 семестр			144	68	34	34	76	55
5	10	Раздел 7. Эскизное проектирование боеприпасов ствольной артиллерии. 7.1. Постановка задачи эскизного проектирования боеприпасов ствольной артиллерии, особенности математического описания функционирования боеприпасов на эскизном уровне. 7.2. Модульный анализ, машинная реализация задачи обоснования облика снаряда, блок-схема алгоритма.	62	24	4	20	38	10
5	10	Раздел 8. Баллистическое проектирование противотанковых средств ближнего боя. 8.1. Историческая справка. Особенности функционирования и конструкции. Классификация баллистических схем запуска. 8.2. Внутренняя баллистика гранатометов с реактивной схемой запуска. 8.3. Постановка задачи и алгоритм определения основных конструктивных параметров гранатометных выстрелов при заданном калибре, при заданной длине заряда. Пример.	19	12	6	6	7	5
5	10	Раздел 9. Баллистическое проектирование активно-реактивных снарядов (АРС). 9.1. Особенности функционирования и конструкции. 9.2. Основные конструктивные параметры АРС. 9.3. Постановка задачи и алгоритм оптимизации основных конструктивных параметров АРС.	19	12	6	6	7	5
5	10	Раздел 10. Особенности баллистического и эскизного проектирования Авиационных бомб (АБ). 10.1. Особенности конструкции АБ. Постановка задачи баллистического проектирования АБ. Модульный анализ. 10.2. Постановка задачи эскизного проектирования АБ на примере зажигательных авиабомб (ЗАБ). Модульный анализ. Определение параметров надсмесового объема ЗАБ.	9	4	4	0	5	5
5	10	Раздел 11. Эскизное проектирование боеприпасов реактивной артиллерии. 11.1. Прочностные расчеты цилиндрических оболочек. Расчет резьбовых соединений. 11.2.	15	6	6	0	9	10

		Расчет тепловых нагрузок. Предельное время работы двигателя без теплозащитного покрытия (ТЗП). 11.3. Расчет необходимой толщины сублимирующего ТЗП. Расчет необходимой толщины коксующегося ТЗП.					
5	10	Раздел 12. Общие вопросы проектирования боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии. 12.1. Макро описание процесса проектирования боеприпасов. Принятие решений в условиях неопределенности. 12.2. Алгоритм системного анализа 12.3. Теоретико-множественная постановка задачи проектирования. 12.4. Оценка качества артиллерийского комплекса по совокупности макро свойств.	20	10	8	2	10
Всего за 10 семестр			144	68	34	34	76
Всего по дисциплине			288	136	68	68	152

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Развитие проектной деятельности на основе системных принципов.	Знакомство с ПО анализа баллистического решения б/п ствольной артиллерии и оценка адекватности математической модели.	4
2	Раздел 2. Боевые свойства ствольных комплексов (СК). Оценка эффективности действия СК.	Параметрический анализ баллистического решения (анализ влияния подготовки стрельбы, уязвимости цели, количества привлекаемых орудий); Расчет коэф-в чувствительности.	8
3	Раздел 3. Методы оптимального проектирования СК и его элементов.	Знакомство с программным обеспечением многопараметрического синтеза баллистического решения боеприпасов ствольной артиллерии по разным критериям.	2
4	Раздел 4. Баллистическое проектирование ствольных комплексов.	Синтез баллистического решения для б/п ствольной артиллерии (по дальности стрельбы, по стоимости решения б/з, по 2-м и 3-м параметрам для заданного орудия). Принятие решения по баллистическому проектированию.	8
5	Раздел 5. Боеприпасы реактивной артиллерии.	Знакомство с ПО анализа и синтеза баллистического проектирования б/п реактивной артиллерии.	6
6	Раздел 6. Баллистическое проектирование неуправляемых реактивных снарядов (НРС).	Параметрический анализ баллистического решения для НРС неограниченной длины (по 4-м параметрам: D, Pt, Lз, m) Синтез баллистического решения для НРС неограниченной длины по стартовой массе случайным и регулярным методами. Принятие решения по баллистическому проектированию.	6
Всего за 9 семестр			34
7	Раздел 7. Эскизное проектирование боеприпасов ствольной артиллерии.	Занятие 1. Изучение программного обеспечения и подготовка исходных данных	2
8		Занятие 2. Параметрический анализ обоснования облика ОФС: анализ влияния длины головной части (R8), толщины (R20) и диаметра (R19) дна снаряда.	2
9		Занятие 3. Параметрический анализ обоснования облика ОФС: анализ влияния конусной части камеры снаряда (R18), внутреннего диаметра камеры снаряда (R14).	2
10		Занятие 4. Анализ чувствительности выходных характеристик (устойчивость на полете, дальность стрельбы) к изменению основных параметров.	2
11		Занятие 5 Анализ чувствительности выходных характеристик (абсолютный прогиб под пояском, условие не заклинивания снаряда в стволе) к изменению основных параметров.	2
12		Занятие 6,7. Оптимизация облика снаряда по различным критериям: коэффициент наполнения, дальность стрельбы - с	4

		использованием регулярных и стохастических поисковых процедур	
13		Занятие 8. Принятие решения по конструкции: обоснование выбора конструктивных элементов, расчет массовых и динамических характеристик снаряда в среде Solid works, Kompas.	2
14		Занятие 9, 10. Поверочные расчеты: прочностные (в среде Ansys), внешне баллистические расчеты и расчеты на эффективность действия (с использованием прикладного программного обеспечения САПР кафедры).	4
15	Раздел 8. Баллистическое проектирование противотанковых средств ближнего боя.	Занятие 1. Параметрический анализ гранатометного выстрела с активно-реактивной схемой пуска.	2
16		Занятие 2. Параметрический анализ гранатометного выстрела с реактивной схемой пуска.	2
17		Занятие 3. Параметрический анализ гранатометного выстрела с малым демаскирующим действием.	2
18	Раздел 9.	Занятие 1. Знакомство с программным обеспечением	2
19	Баллистическое проектирование	Занятие 2. Параметрический анализ баллистического проектирования АРС	2
20	активно-реактивных снарядов (АРС).	Занятие 3. Многопараметрический синтез баллистического решения АРС.	2
21	Раздел 12. Общие вопросы проектирования боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии.	Принятие решения в условиях многокритериальности. Метод уступок (на примере обоснования облика осколочно-фугасного снаряда)	2
Всего за 10 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1.	Выполнение курсовой работы	2
2	Развитие проектной деятельности на основе системных принципов.	Подготовка к восприятию материала, связанного с развитием проектной деятельности на основе системных принципов. Основные отличия кустарно-ремесленной, чертежной и системотехнической формами проектной деятельности. Привести примеры технических решений, демонстрирующих синергетический эффект	2
3	Раздел 2. Боевые свойства ствольных комплексов (СК).	Выполнение курсовой работы	4
4	Оценка эффективности действия СК.	Подготовка к восприятию материала, связанного с характеристиками СК. Необходимо ответить на вопросы, как определяется максимальная дальность стрельбы, что такое гарантированная дальность стрельбы, из чего состоит система ошибок стрельбы, чем характеризуется каждая составляющая системы ошибок стрельбы, зависимые и независимые выстрелы, чем характеризуется могущество СК.	4
5	Раздел 3. Методы оптимального проектирования СК и его элементов.	Выполнение курсовой работы	4
6		Подготовка к восприятию материала, связанного с методами решения экстремальных задач. Классификация поисковых процедур. Принцип работы регулярных и стохастических процедур Ответить на вопрос, в чем сложность многокритериальных задач на примере оптимизации баллистического решения СК.	4
7	Раздел 4. Баллистическое проектирование	Подготовка к восприятию материала, связанного с параметрическим анализом и синтезом боеприпасов ствольной артиллерии.	8
8		Подготовка к лабораторным работам 1-4	8

9	ствольных комплексов.	Выполнение курсовой работы	14
10		Выполнение курсовой работы	5
11	Раздел 5. Боеприпасы реактивной артиллерии.	Подготовка к восприятию материала, связанного с устройством и методами оптимального проектирования боеприпасов реактивной артиллерии. Обратить внимание на конструктивные особенности, терминологию, основные проектные параметры и характеристики НРС и реактивных систем залпового огня 1, 2, 3 и 4 поколений	5
12	Раздел 6. Баллистическое проектирование	Выполнение курсовой работы	5
13	неуправляемых реактивных снарядов (НРС).	Подготовка к лабораторным работам 1-4	6
14		Подготовка к восприятию материала, связанного с параметрическим анализом и синтезом боеприпасов ствольной артиллерии.	5
Всего за 9 семестр			76
15	Раздел 7. Эскизное проектирование боеприпасов	Подготовка к восприятию материала, связанного с эскизным проектированием боеприпасов ствольной артиллерии.	32
16	ствольной артиллерии.	Выполнение курсового проекта	6
17	Раздел 8. Баллистическое проектирование противотанковых средств ближнего боя.	Выполнение курсового проекта	6
18		Подготовка к восприятию материала, связанного с особенностями устройства, действия и проектирования реактивных противотанковых гранат. Обратить внимание на постановку задачи баллистического проектирования и различные схемы запуска современных образцов.	1
19	Раздел 9. Баллистическое проектирование активно-реактивных снарядов (АРС).	Выполнение курсового проекта	6
20		Подготовка к восприятию материала, связанного с баллистическим проектированием активно-реактивных снарядов. Обратить внимание на конструктивные параметры и характеристики современных АРС, постановку задачи баллистического проектирования по различным критериям и особенности ее решения.	1
21	Раздел 10. Особенности баллистического и эскизного проектирования	Выполнение курсового проекта	4
22	Авиационных бомб (АБ).	Подготовка к восприятию материала, связанного с особенностями баллистического и эскизного проектирования авиационных бомб. Обратить внимание на конструктивные особенности, параметры и характеристики современных образцов, постановку задачи на баллистическое и эскизное проектирование, а также на содержание банка модулей при решении этих задач в автоматизированном режиме.	1
23	Раздел 11. Эскизное проектирование боеприпасов реактивной артиллерии.	Выполнение курсового проекта	6
24		Подготовка к восприятию материала, связанного с особенностями эскизного проектирования НРС. Обратить внимание на особенности и отличия баллистического и эскизного этапов проектирования боеприпасов реактивной и ствольной артиллерии.	3
25	Раздел 12. Общие вопросы проектирования боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии.	Выполнение курсового проекта	8
26		Подготовка к восприятию материала, связанного с общими вопросами проектирования боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии. Обратить внимание на многокритериальность этих задач и методы их решения в условиях неопределенности.	2
Всего за 10 семестр			76

3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
------------------	-------------------	-------------------------

	(недели семестра)	
Этап 1. Анализ состояния вопроса исследования	1 - 2	4
Этап 2. Изучение программного обеспечения и подготовка исходных данных	3 - 3	2
Этап 3. Параметрический анализ обоснования облика ОФС: анализ влияния длины головной части (R8), толщины (R20) и диаметра (R19) дна снаряда, длины конусной части каморы (R18), внутреннего диаметра каморы (R14).	4 - 5	2
Этап 4. Анализ чувствительности выходных характеристик (устойчивость на полете, дальность стрельбы, абсолютный прогиб под пояском, условие не заклинивания снаряда в стволе) к изменению основных параметров.	6 - 7	2
Этап 5. Синтез облика снаряда по различным критериям: к-т наполнения, дальность (эскизное проектирование). Реализация метода уступок.	8 - 9	2
Этап 6. Принятие решения по конструкции (рабочее проектирование): -обоснование выбора конструктивных элементов; -расчет массовых и динамических характеристик снаряда; -проверочные расчеты (прочностные, внешне баллистические расчеты и расчеты на эффективность действия).	10 - 13	2
Этап 7. Написание пояснительной записки, изготовление чертежей для механического завода и для полигона. Норм контроль.	14 - 15	2
Этап 8. Защита КР	16 - 17	2
Всего за 9 семестр		18

3.5. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Параметрический анализ обоснования облика ОФС	1 - 5	8
Этап 2. Формирование вектора оптимизируемых параметров на основе результатов анализа чувствительности выходных характеристик (устойчивость на полете, дальность стрельбы, абсолютный прогиб под пояском, условие не заклинивания снаряда в стволе) к изменению основных параметров.	6 - 8	6
Этап 3. Синтез облика снаряда по различным критериям: к-т наполнения, дальность (эскизное проектирование). Реализация метода уступок.	9 - 10	6
Этап 4. Принятие решения по конструкции (рабочее проектирование) и проверочные расчеты	11 - 13	6
Этап 5. Написание пояснительной записки, изготовление эскизов чертежей для механического завода и для полигона. Норм контроль.	14 - 15	6
Этап 6. Защита КП	16 - 17	4
Всего за 10 семестр		36

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																17
9				Колл		ДР			Колл	ДР					Колл	ДР	Вопр. Диф. Зач, КР, диф. зач.
10				Колл		ДР			Колл	ДР					Колл	ДР	КР, Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;

- Колл – коллоквиум;
- КР – курсовая работа;
- КП – курсовой проект;
- Вопр. Диф. Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- коллоквиум;
- курсовая работа;
- курсовой проект;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- 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. В. Лотов, И. И. Пospelova. . Многокритериальные задачи принятия решений. М.: МАКС Пресс, 2008, эл. рес.
3. А. Г. Белов, Е. Н. Никулин, Ю. П. Савельев. . Методы оценки эффективности действия боеприпасов на стадии проектирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996, 93 экз.
4. А. Г. Схиртладзе, В. В. Морозов, А. В. Жданов. . Автоматизированное проектирование штампов. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
5. В. В. Шварцов. . Основы автоматизированного проектирования летательных аппаратов. Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987, 63 экз.
6. В. В. Шварцов. . Алгоритм оптимального проектирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 15 экз.
7. В. Д. Куров, Ю. М. Должанский. . Основы проектирования пороховых ракетных снарядов. М.: Оборонгиз, 1961, 9 экз.
8. В. И. Запорожец. . Боевая эффективность средств поражения и боеприпасов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
9. Е. Н. Никулин, В. Ф. Руссков, И. А. Семёнов. . Средства ближнего боя. Ручные гранатомёты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 50 экз.
10. М. И. Осин. . Методы автоматизированного проектирования летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1984, 20 экз.
11. М. Я. Водопьянов. . Теория и расчёт артиллерийских снарядов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, 49 экз.
12. Ю. В. Чуев. . Проектирование ствольных комплексов. (Теоретические основы). М.: Машиностроение, 1976, 5 экз.
13. Я. М. Шапиро, Г. Ю. Мазинг, М. Е. Прудников. . Основы проектирования ракет на твёрдом топливе. М.: Воениздат, 1968, 114 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Р. Штойер. . Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения. М.: Радио и связь, 1992, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
2. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
4. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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:

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. Лабораторные занятия:

1. Интерактивная доска;
2. Проектор;
3. Образцы высокоточного управляемого оружия (ПТУР различных поколений);
4. Комплект учебных плакатов по специзделиям.

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 **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСНЫХ УСТРОЙСТВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений 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 *ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-2 Способен осуществлять профессиональную деятельность и применять методы математического моделирования боевой эффективности, надежности, баллистики, аэродинамики, взрыва, высокоскоростного удара, кумуляции, напряженно-деформированного состояния и разрушения конструкций боеприпасов, а также сопутствующих взрывных технологий и технологий двойного назначения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с баллистическим и эскизным проектированием газодинамических импульсных устройств, под которыми понимаются боеприпасы ствольной и реактивной артиллерии, средства ближнего боя и авиационные боеприпасы, в среде САПР.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- коллоквиум;
- курсовая работа;
- курсовой проект;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **8 з.е., 288 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), лабораторный практикум (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**152 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 288 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 152 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. Развитие проектной деятельности на основе системных принципов.		
Выполнение курсовой работы	Р. Штойер. . Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения: М.: Радио и связь, 1992 (1)	2
Подготовка к восприятию материала, связанного с развитием проектной деятельности на основе системных принципов. Основные отличия кустарно-ремесленной, чертежной и системотехнической формами проектной деятельности. Привести примеры технических решений, демонстрирующих синергетический эффект	А. Г. Схиртладзе, В. В. Морозов, А. В. Жданов. . Автоматизированное проектирование штампов: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1)	2
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Боевые свойства ствольных комплексов (СК). Оценка эффективности действия СК.		
Выполнение курсовой работы	Р. Штойер. . Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения: М.: Радио и связь, 1992 (1)	4
Подготовка к восприятию материала, связанного с характеристиками СК. Необходимо ответить на вопросы, как определяется максимальная дальность стрельбы, что такое гарантированная дальность стрельбы, из чего состоит система ошибок стрельбы, чем характеризуется каждая составляющая системы ошибок стрельбы, зависимые и независимые выстрелы, чем характеризуется могущество СК.	В. И. Запорожец. . Боевая эффективность средств поражения и боеприпасов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (3) Ю. В. Чуев. . Проектирование ствольных комплексов. (Теоретические основы): М.: Машиностроение, 1976 (3)	4
Итого по разделу 2		8
Раздел 3. Методы оптимального проектирования СК и его элементов.		
Выполнение курсовой работы	А. В. Лотов, И. И. Поспелова. .	4
Подготовка к восприятию материала, связанного с методами решения экстремальных задач. Классификация поисковых процедур. Принцип работы регулярных и стохастических процедур Ответить на вопрос, в чем сложность многокритериальных задач на примере оптимизации баллистического решения СК.	Многокритериальные задачи принятия решений: М.: МАКС Пресс, 2008 (1,2,3) В. В. Шкварцов. . Алгоритм оптимального проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1)	4

	М. И. Осин. . Методы автоматизированного проектирования летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1984 (1,3)	
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Баллистическое проектирование ствольных комплексов.		
Подготовка к восприятию материала, связанного с параметрическим анализом и синтезом боеприпасов ствольной артиллерии.	Ю. В. Чуев. . Проектирование ствольных комплексов. (Теоретические основы): М.: Машиностроение, 1976 (3)	8
Подготовка к лабораторным работам 1-4	А. Г. Белов, Е. Н. Никулин, Ю. П. Савельев. . Методы оценки эффективности действия боеприпасов на стадии проектирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1996 (4)	8
Выполнение курсовой работы		14
Итого по разделу 4		30
Раздел 5. Боеприпасы реактивной артиллерии.		
Выполнение курсовой работы	Я. М. Шапиро, Г. Ю. Мазинг, М. Е. Прудников. . Основы проектирования ракет на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1968 (10)	5
Подготовка к восприятию материала, связанного с устройством и методами оптимального проектирования боеприпасов реактивной артиллерии. Обратить внимание на конструктивные особенности, терминологию, основные проектные параметры и характеристики НРС и реактивных систем залпового огня 1, 2, 3 и 4 поколений		5
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Баллистическое проектирование неуправляемых реактивных снарядов (НРС).		
Выполнение курсовой работы	В. Д. Куров, Ю. М. Должанский. . Основы проектирования пороховых ракетных снарядов: М.: Оборонгиз, 1961 (1)	5
Подготовка к лабораторным работам 1-4	Я. М. Шапиро, Г. Ю. Мазинг, М. Е. Прудников. . Основы проектирования ракет на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1968 (10)	6
Подготовка к восприятию материала, связанного с параметрическим анализом и синтезом боеприпасов ствольной артиллерии.		5
Итого по разделу 6		16
Раздел 7. Эскизное проектирование боеприпасов ствольной артиллерии.		
Подготовка к восприятию материала, связанного с эскизным проектированием боеприпасов ствольной артиллерии.	В. В. Шкварцов. . Основы автоматизированного проектирования летательных аппаратов: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1987 (1)	32
Выполнение курсового проекта	М. Я. Водопьянов. . Теория и расчёт артиллерийских снарядов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1)	6
Итого по разделу 7		38
Раздел 8. Баллистическое проектирование противотанковых средств ближнего боя.		
Выполнение курсового проекта	Е. Н. Никулин, В. Ф. Руссков, И. А. Семёнов. . Средства ближнего боя. Ручные гранатомёты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3)	6
Подготовка к восприятию материала, связанного с особенностями устройства, действия и проектирования реактивных противотанковых гранат. Обратить внимание		1

на постановку задачи баллистического проектирования и различные схемы запуска современных образцов.		
Итого по разделу 8		7
Раздел 9. Баллистическое проектирование активно-реактивных снарядов (АРС).		
Выполнение курсового проекта		6
Подготовка к восприятию материала, связанного с баллистическим проектированием активно-реактивных снарядов. Обратит внимание на конструктивные параметры и характеристики современных АРС, постановку задачи баллистического проектирования по различным критериям и особенности ее решения.	Я. М. Шапиро, Г. Ю. Мазинг, М. Е. Прудников. . Основы проектирования ракет на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1968 (10)	1
Итого по разделу 9		7
Раздел 10. Особенности баллистического и эскизного проектирования Авиационных бомб (АБ).		
Выполнение курсового проекта		4
Подготовка к восприятию материала, связанного с особенностями баллистического и эскизного проектирования авиационных бомб. Обратит внимание на конструктивные особенности, параметры и характеристики современных образцов, постановку задачи на баллистическое и эскизное проектирование, а также на содержание банка модулей при решении этих задач в автоматизированном режиме.	А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов. . Средства поражения и боеприпасы: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008 (3,9,9.6)	1
Итого по разделу 10		5
Раздел 11. Эскизное проектирование боеприпасов реактивной артиллерии.		
Выполнение курсового проекта	Я. М. Шапиро, Г. Ю. Мазинг, М. Е. Прудников. . Основы проектирования ракет на твёрдом топливе: М.: Воениздат, 1968 (10)	6
Подготовка к восприятию материала, связанного с особенностями эскизного проектирования НРС. Обратит внимание на особенности и отличия баллистического и эскизного этапов проектирования боеприпасов реактивной и ствольной артиллерии.	В. Д. Куров, Ю. М. Должанский. . Основы проектирования пороховых ракетных снарядов: М.: Оборонгиз, 1961 (1)	3
Итого по разделу 11		9
Раздел 12. Общие вопросы проектирования боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии.		
Выполнение курсового проекта	А. В. Лотов, И. И. Поспелова. .	8
Подготовка к восприятию материала, связанного с общими вопросами проектирования боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии. Обратит внимание на многокритериальность этих задач и методы их решения в условиях неопределенности.	Многокритериальные задачи принятия решений: М.: МАКС Пресс, 2008 (1,2,3) Р. Штойер. . Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения: М.: Радио и связь, 1992 (1)	2
Итого по разделу 12		10

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- курсовая работа;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- курсовой проект;
- вопросы к экзамену;
- дифференцированный зачет;
- 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 по результатам прошедших тем. Аттестовывается студент, обнаруживший знание основного пройденного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.

Курсовая работа

Курсовая работа представляется в печатной форме. Защита курсовой работы проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Критерии оценивания курсовой работы:

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы;
- соответствие целям и задачам дисциплины;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение;
- логичность и последовательность в изложении материала;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой;
- объем исследованной литературы и других источников информации;
- владение иностранными языками, использование иностранных источников;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса;
- умение извлекать информацию, соответствующую поставленной цели, и перераспределять информацию;
- навыки планирования и управления временем при выполнении работы;
- обоснованность выводов;
- наличие авторской аннотации к реферату;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.);
- соблюдение объема, шрифтов, интервалов (соответствие оформления правилам компьютерного набора текста).

Защита курсовой работы оценивается оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не защитил».

Основой для определения оценки служит уровень усвоения студентом материала, предусмотренного учебной программой дисциплины.

– оценки «отлично» по итогам защиты курсовой работы заслуживает студент, обнаруживший при ответах на вопросы всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, выполнивший курсовую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку оформленную в соответствии с действующими требованиями;

– оценки «хорошо» по итогам защиты курсовой работы заслуживает студент, обнаруживший полное

знание учебно-программного материала, выполнивший курсовую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку содержащую незначительные отступления от действующих требований и погрешности оформления;

– оценки «удовлетворительно» по итогам защиты курсовой работы заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, выполнивший курсовую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку содержащую серьезные отступления от действующих требований и существенные погрешности оформления;

– оценка «не защитил» по итогам защиты курсовой работы выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала и материалов представленной им курсовой работы, допустившему принципиальные ошибки при ответах на вопросы преподавателя. Как правило, оценка «не защитил» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании БГТУ без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Курсовая работа не может быть принята к защите в следующих случаях:

- несоответствие варианта задания, наличие ошибок в расчетах;
- низкое качество графического материала пояснительной записки (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках);
- отсутствие необходимых разделов;
- отсутствие необходимого графического материала;
- и т.п.

Вопросы к дифференцированному зачету

Раздел 1. Развитие проектной деятельности на основе системных принципов.

1. В чем принципиальное отличие классической формы проектирования от кустарно-ремесленной?
2. В чем принципиальное отличие системотехнической формы проектирования от классической (чертежной)?
3. В чем суть системного подхода к проектированию?
4. Понятие сложной системы. Роль учета связей между элементами системы.
5. Снаряд как элемент системы «ствол- заряд- снаряд».
6. Синергетический эффект. Примеры.
7. Пример подхода к проектированию ОФС с классических позиций и с позиции системного подхода.
8. В чем отличие задачи анализа от задачи синтеза
9. Обобщенная постановка задачи проектирования.
10. В чем смысл и цель проектного поиска?
11. Проблемы решения задачи векторной оптимизации.

Раздел 2. Боевые свойства ствольных комплексов (СК). Оценка эффективности действия СК.

1. Перечислите свойства основного назначения, характеризующие эффективность действия ствольных комплексов.
2. Методы скаляризации показателя эффективности.
3. Что такое гарантированная дальность стрельбы?
4. Из чего состоит система ошибок стрельбы?
5. Чем характеризуются первая и вторая группы ошибок?
6. Что характеризует коэффициент корреляции и требования к нему?
7. Законы поражения. В чем преимущества и недостатки использования приведенной зоны поражения?, приведенных размеров цели?
8. Почему стоимость решения боевой задачи можно рассматривать как обобщенный показатель эффективности ствольных и реактивных комплексов?
9. В чем особенности определения необходимого количества боеприпасов на поражение танка?, на поражение воздушной цели?, на поражение наблюдаемых целей типа блиндаж, ДОТ, ДЗОТ?, на поражение ненаблюдаемых целей?
10. Как можно учесть потери от противодействия противника в оптимизационных задачах?

Раздел 3. . Методы оптимального проектирования СК и его элементов.

1. Постановка задачи выбора оптимального баллистического решения для боеприпасов ствольной артиллерии.
2. В чем особенности выбора целевой функции?
3. В чем особенности формирования вектора ограничений и вектора ситуаций?
4. Отображение проектных решений в пространстве критериев.
5. Понятие границы неулучшаемых вариантов. Парето оптимальность (графическая интерпретация).

6. Как на практике построить Парето границу?
7. Что такое технический риск?
8. Как используется критерий технического риска при обосновании выбора компромиссных вариантов решения?

Раздел 4. Баллистическое проектирование ствольных комплексов.

1. Назовите типичные задачи, решаемые в рамках Программы вооружения на ближайшие 10 лет.
2. В чем особенность постановки «задачи замены» образца вооружения?
3. В чем особенность постановки задачи выбора оптимального типажа вооружения?
4. Особенности постановки задачи выбора баллистического решения для полевого орудия. Выражение для целевой функции?
5. Особенности постановки задачи выбора баллистического решения для бронебойных снарядов. Выражение для целевой функции.
6. Особенности постановки задачи выбора баллистического решения для зенитных снарядов. Выражение для целевой функции.
7. Назовите примерный модульный состав программного обеспечения выбора баллистического решения для боеприпасов ствольной артиллерии.
8. Нарисуйте блок-схему оптимизации баллистического решения для боеприпасов ствольной артиллерии.
9. Как реализуется задача синтеза баллистического решения методом анализа?

Раздел 5. Боеприпасы реактивной артиллерии.

1. Почему в конце 19 века реактивные снаряды (РС) снимаются с вооружения во всех армиях мира?
2. Работы отечественных ученых по созданию новых порохов для РС.
3. В чем конструктивные особенности и особенности функционирования РС?
4. Основные ТТХ РС времен ВОВ и современных образцов.
5. Что такое тяга камеры с соплом Лаваля?
6. Из каких условий выбирается форма топливных зарядов для РС?
7. Для чего на боевую часть РС надеваются тормозные кольца?
8. Особенности внешней баллистики НРС.
9. Влияние тяговооруженности на кучность стрельбы РС.
10. Назовите геометрические и массовые параметры РС.
11. Особенности изменения давления в камере сгорания РС.
12. Максимальная скорость РС. Формула Циолковского.
13. Выражение для тяги двигателя РС с соплом Лаваля.
14. Понятие эффективной скорости истечения из сопла.
15. Выражение для секундного расхода.
16. Параметр Победоносцева. Значение параметра Победоносцева для условий горения по внутренним и наружным очертаниям топливного заряда.
17. Допустимое значение параметра Победоносцева.
18. Коэффициент заполнения поперечного сечения топливом.
19. Параметр эрозионного горения и его влияние на максимальное давление в камере двигателя.

Раздел 6. Баллистическое проектирование неуправляемых реактивных снарядов (НРС)1. Постановка задачи баллистического проектирования НРС для неограниченного по длине образца, для образца ограниченной длины, для образца с заданным временем горения заряда.

2. Массовое уравнение
3. Изменение баллистических и конструктивных параметров снаряда с длиной заряда.
4. Условие максимальной дальности стрельбы.
5. Почему кривая массы топлива имеет оптимум от длины заряда?
6. Почему кривая максимальной скорости и дальности стрельбы имеют оптимум от длины заряда?
7. Почему оптимумы кривых массы топлива, максимальной скорости и дальности стрельбы сдвинуты друг относительно друга?
8. Почему имеются оптимумы массы топлива, максимальной скорости и дальности стрельбы от рабочего давления в камере сгорания?, от параметра эрозионного горения?
9. Как связаны размеры пороховой шашки с плотностью заряжания (коэффициентом заполнения поперечного сечения топливом)?
10. Как рассчитать длину полезной нагрузки РС?

Курсовой проект

Курсовой проект представляется в печатной форме. Защита курсового проекта проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.
Критерии оценивания курсового проекта:

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы;
- соответствие целям и задачам дисциплины;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение;
- логичность и последовательность в изложении материала;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой;
- объем исследованной литературы и других источников информации;
- владение иностранными языками, использование иностранных источников;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса;
- умение извлекать информацию, соответствующую поставленной цели, и перераспределять информацию;
- навыки планирования и управления временем при выполнении работы;
- обоснованность выводов;
- наличие авторской аннотации к реферату;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.);
- соблюдение объема, шрифтов, интервалов (соответствие оформления правилам компьютерного набора текста).

Защита курсового проекта оценивается оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не защитил».

Основой для определения оценки служит уровень усвоения студентом материала, предусмотренного учебной программой дисциплины.

- оценки «отлично» по итогам защиты курсового проекта заслуживает студент, обнаруживший при ответах на вопросы всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, выполнивший курсовой проект без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку оформленную в соответствии с действующими требованиями;
- оценки «хорошо» по итогам защиты курсового проекта заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, выполнивший курсовой проект без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку содержащую незначительные отступления от действующих требований и погрешности оформления;
- оценки «удовлетворительно» по итогам защиты курсового проекта заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, выполнивший курсовой проект без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку содержащую серьезные отступления от действующих требований и существенные погрешности оформления;
- оценка «не защитил» по итогам защиты курсового проекта выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала и материалов представленной им курсовой работы, допустившему принципиальные ошибки при ответах на вопросы преподавателя. Как правило, оценка «не защитил» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании БГТУ без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Курсовой проект не может быть принят к защите в следующих случаях:

- несоответствие варианта задания, наличие ошибок в расчетах;
- низкое качество графического материала пояснительной записки (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках);
- отсутствие необходимых разделов;
- отсутствие необходимого графического материала;
- и т.п.

Вопросы к экзамену

Раздел 7. Эскизное проектирование боеприпасов ствольной артиллерии.

1. Постановка задачи выбора оптимального облика ОФС (эскизный уровень).
2. Назовите основные особенности математического описания функционирования ОФС на эскизном уровне.
3. Обоснуйте вектор оптимизируемых параметров при формировании облика ОФС.
4. Обоснуйте вектор ограничений при формировании облика ОФС.
5. Предложите ряд критериев в качестве целевой функции при формировании облика ОФС.
6. Обоснуйте минимальный набор модулей для решения задачи оптимизации облика ОФС.
7. Предложите алгоритм (блок-схему) решения задачи оптимизации облика ОФС.

8. Дайте понятие расчетной массы корпуса ОФС.
9. Как отличается чертежная масса корпуса ОФС от расчетной?
10. Понятие предельно возможного допуска на массу корпуса снаряда.
11. Экономически выгодный допуск на массу снаряда.
12. Проблема неисправимого брака по массе для ОФС, для бронебойных снарядов.
13. Изобразите эпюру массовых допусков на корпус ОФС.
14. Как влияет качество станочного парка на экономически выгодный допуск?
15. Как влияет квалитет на свободные размеры на количество неисправимого брака?
16. Как определить себестоимость единицы продукции с учетом исправимого и неисправимого брака на корпус ОФС?
17. Как рассчитать количество исправимого брака при смещении поля допуска?
18. Постановка задачи обоснования размерных и массовых допусков при изготовлении корпуса ОФС, модульный анализ.

Раздел 8. Баллистическое проектирование противотанковых средств ближнего боя.

1. Когда появились противотанковые средства ближнего боя?
2. Особенности функционирования и конструкции противотанковых реактивных гранат (ПГ).
3. Особенности функционирования и конструкции ПТУРС.
4. Особенности постановки задачи баллистического проектирования ПГ.
5. В чем основной недостаток конструкции оптимального по V_{max} варианта ПГ?
6. В чем особенности алгоритма определения основных конструктивных параметров рационального варианта ПГ?
7. Классификация баллистических схем пуска ПГ.
8. Особенности реактивной схемы пуска.
9. Особенности активно-реактивной схемы пуска
10. Особенности конструкции ПГ с малым демаскирующим действием.

Раздел 9. Баллистическое проектирование активно-реактивных снарядов (АРС).

1. В чем основные особенности функционирования и конструкции активно-реактивных снарядов (АРС)?
2. Как меняется скорость АРС на полете?
3. В каких точках траектории и почему необходимо проверять устойчивость АРС на полете?
4. В каких точках траектории и почему необходимо проверять направленность АРС на полете?
5. Перечислите основные конструктивные параметры АРС.
6. Сформулируйте постановку задачи баллистического проектирования АРС по критерию максимальной дальности стрельбы, по критерию максимальной кучности стрельбы.
7. Особенности алгоритма баллистического проектирования АРС. Блок схема выбора оптимального варианта.

Раздел 10. Особенности баллистического и эскизного проектирования Авиационных бомб (АБ).

1. Сформулируйте задачу минимизации наряда средств при обосновании калибра авиационных бомб (АБ).
2. Обоснуйте стоимостной критерий при выборе калибра АБ.
3. В чем особенность конструкции и функционирования зажигательных авиационных боеприпасов (ЗАБ) при их транспортировке на внешней подвеске самолета носителя?
4. Постановка задачи выбора оптимальных конструктивных параметров ЗАБ на эскизном уровне. Вектор оптимизируемых параметров, вектор ограничений, модульный анализ.

Раздел 11. Эскизное проектирование боеприпасов реактивной артиллерии.

1. В течение какого времени (в среднем) боевая часть и стенки двигателя НРС (АРС) подвергаются интенсивному тепловому воздействию?
2. В чем основные особенности теплообмена в высокоскоростных потоках?
3. В чем основные положения аналогии Рейнольдса?
4. В чем физический смысл критерия Прандтля?, критерия Стантона?
5. Что такое температура восстановления?
6. Когда необходимо учитывать лучистую составляющую в коэффициенте теплоотдачи?
7. Как учитывать тепловое состояние конструкции при оценке ее прочности?
8. Как определить расчетную нагрузку при обосновании параметров резьбовых соединений реактивных снарядов?
9. Сформулируйте задачу обоснования облика НРС на эскизном уровне.
10. Сформируйте систему ограничений при обосновании облика НРС на эскизном уровне.
11. Сформируйте вектор ситуаций при обосновании облика НРС на эскизном уровне.
12. Сформируйте вектор оптимизируемых параметров при обосновании облика НРС на эскизном уровне.

уровне.

13. Предложите критерии оптимизации, целевую функцию при обосновании облика НРС на эскизном уровне.

14. Обоснуйте банк модулей при формировании облика НРС на эскизном уровне..

15. Особенности реализации машинных алгоритмов.

Раздел 12. Общие вопросы проектирования боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии.

1. Назовите основные этапы жизненного цикла СПБ.

2. В чем основная проблема согласования ТЗ на разработку СПБ?

3. Возможно ли формализовать эвристические функции разработчика СПБ?

4. Назовите основные способы интенсификации изобретательской деятельности.

5. Приведите примеры использования декомпозиции и агрегирования, как основных приемов исследования сложных систем, при разработке боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии.

6. Назовите особенности машинной реализации методов решения задач линейного и нелинейного программирования.

7. В чем основное достоинство стохастических поисковых процедур над регулярными методами?

8. Какой элемент называют максимальным элементом на множестве альтернатив?

9. Какой элемент называют наилучшим элементом на множестве альтернатив?

10. Что понимается под задачей проектирования на языке теории множеств?

11. Назовите систему макросвойств, характеризующих качество ВВТ.

12. Назовите способы скаляризации показателя эффективности ВВТ.

13. Приведите примеры аналитической свертки интегрального показателя качества образца ВВТ от системы базовых свойств.

14. Приведите пример использования встроенных характеристик макросвойств для оценки качества артиллерийского комплекса в целом.

Дифференцированный зачет

Для получения оценки студент устно отвечает на 3 вопроса из различных разделов РПД.

Количество правильных ответов определяет итоговую оценку:

1. Ни одного правильного ответа - оценка "не зачтено".

2. Один правильный ответ - оценка "зачтено-удовлетворительно"

3. Два правильных ответа - оценка "зачтено-хорошо"

4. Три правильных ответа - оценка "зачтено-отлично"

Экзамен

Для получения оценки студент устно отвечает на 3 вопроса из различных разделов РПД.

Количество правильных ответов определяет итоговую оценку:

1. Ни одного правильного ответа - оценка "неудовлетворительно".

2. Один правильный ответ - оценка "удовлетворительно"

3. Два правильных ответа - оценка "хорошо"

4. Три правильных ответа - оценка "отлично"

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		ПК-2	
5	9	Раздел 1. Развитие проектной деятельности на основе системных принципов.	14	10	6	4	4	5	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа, Коллоквиум
5	9	Раздел 2. Боевые свойства ствольных комплексов (СК). Оценка эффективности действия СК.	22	14	6	8	8	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа, Коллоквиум
5	9	Раздел 3. Методы оптимального проектирования СК и его элементов.	16	8	6	2	8	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа, Коллоквиум
5	9	Раздел 4. Баллистическое проектирование ствольных комплексов.	44	14	6	8	30	15	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа, Коллоквиум
5	9	Раздел 5. Боеприпасы реактивной артиллерии.	22	12	6	6	10	5	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа, Коллоквиум
5	9	Раздел 6. Баллистическое проектирование неуправляемых реактивных снарядов (НРС).	26	10	4	6	16	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Курсовая работа, Коллоквиум
Всего за 9 семестр			144	68	34	34	76	55	
5	10	Раздел 7. Эскизное проектирование боеприпасов ствольной артиллерии.	62	24	4	20	38	10	Вопросы к экзамену, Курсовой проект, Коллоквиум
5	10	Раздел 8. Баллистическое проектирование противотанковых средств ближнего боя.	19	12	6	6	7	5	Вопросы к экзамену, Курсовой проект, Коллоквиум
5	10	Раздел 9. Баллистическое проектирование активно-реактивных снарядов (АРС).	19	12	6	6	7	5	Вопросы к экзамену, Курсовой проект, Коллоквиум

5	10	Раздел 10. Особенности баллистического и эскизного проектирования Авиационных бомб (АБ).	9	4	4	0	5	5	Вопросы к экзамену, Курсовой проект, Коллоквиум
5	10	Раздел 11. Эскизное проектирование боеприпасов реактивной артиллерии.	15	6	6	0	9	10	Вопросы к экзамену, Курсовой проект, Коллоквиум
5	10	Раздел 12. Общие вопросы проектирования боеприпасов ствольной и реактивной артиллерии.	20	10	8	2	10	10	Вопросы к экзамену, Курсовой проект, Коллоквиум
Всего за 10 семестр			144	68	34	34	76	45	
Всего по дисциплине			288	136	68	68	152	100	

Оценочные материалы по дисциплине СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСНЫХ УСТРОЙСТВ

ПК-2 - Способен осуществлять профессиональную деятельность и применять методы математического моделирования боевой эффективности, надежности, баллистики, аэродинамики, взрыва, высокоскоростного удара, кумуляции, напряженно-деформированного состояния и разрушения конструкций боеприпасов, а также сопутствующих взрывных технологий и технологий двойного назначения

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Параметр Победоносцева это
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Параметром эрозионного горения топлива это
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Максимальная скорость реактивного снаряда по формуле Циолковского определяется следующими параметрами:

эффективной скоростью истечения продуктов сгорания

массой топлива

пассивной массой снаряда

массой пусковой установки
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Перед вами понятия, используемые при постановке задачи проектирования, сопоставьте их с описанием

1. Вектор ситуаций

2. Вектор ограничений

3. Вектор оптимизируемых параметров

А Критерии, значения которых задаются

Б Значения параметров, которые задаются в начале проектного поиска

В Главные параметры, подлежащие оптимизации
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность
Перед вами принципы наведения противотанковых управляемых ракет (ПТУР). Постройте последовательность по поколениям от первых к последующим:

1. Выстрелил и забыл

2. По двум точкам

3. По трём точкам
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность
При варьировании длиной заряда в задаче анализа баллистического решения для НРС оптимумы характеристик реализуются в следующей последовательности. Восстановите последовательность:

1. максимальная скорость

2. дальность стрельбы

3. масса топлива
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие системные параметры определяют дальность стрельбы:

начальная скорость

угол бросания

баллистический коэффициент

марка пороха

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

Что определяется при решении обобщённой задачи баллистического проектирования:

определение массы снаряда

условий заряжания

характеристик ствола

облика снаряда

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

Тяга реактивного двигателя определяется:

-площадью среза сопла и максимальным давлением в камере сгорания;

-площадью критического сечения сопла и максимальным давлением;

-секундным расходом и эффективной скорости истечения продуктов сгорания

-секундным расходом и рабочим давлением в камере сгорания

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед вами наименования задач, сопоставьте их с описанием:

1. Задача оптимизации параметров

2. Задача оптимизации структуры

3. Задача принципа действия

А Выбор оптимальных параметров, характеризующих определённую конструктивную схему изделия

Б Выбор оптимальной структуры или конструктивной схемы из ряда структур с оптимальными параметрами

В Выбор оптимального принципа действия системы

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

Массовое уравнение неуправляемого реактивного снаряда включает:

- массу конструктивных элементов, массу двигателя, полезную нагрузку;

- массу полезной нагрузки, массу цилиндрической части двигателя, массу топлива, массу конструктивных элементов;

- массу полезной нагрузки, массу конструктивных элементов, массу топлива;

- массу полезной нагрузки, массу конструктивных элементов, массу топлива, массу соплового блока, массу переднего и заднего днища

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

Как организован выход из процедуры оптимизации методом случайного поиска в машинном

алгоритме баллистического проектирования НРС?

- по достижению предельного числа неудачных шагов;
- по максимальному числу шагов в процессе оптимизации;
- по предельному числу реализованных подряд неудачных шагов;
- по реализации минимального приращения целевой функции