

Первый проректор -
проректор по образовательной
деятельности

2021



M. П.

Очная

ЧАСЫ (ПО НАЛИЧИЮ ВИДОВ ЗАНЯТИЙ)

Начальник отдела основных образовательных программ
А.А.Русина

САНКТ – ПЕТЕРБУРГ

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

/оборотная сторона титульного листа/

Рабочая программа составлена в соответствии с:

требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - специалитет по специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели, утвержденного приказом Минобрнауки России от 18 августа 2020 г. № 1055 (зарегистрирован Минюстом России 8 сентября 2020 г. № 59713);

Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 (зарегистрирован Минюстом России 14.07.2017, регистрационный № 47415);

Положением об образовательных программах бакалавриата, специалитета и магистратуры в БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, утвержденным приказом ректора от 01.09.2017 № 319-О.

Программу составили: кафедра Е4 Высокоэнергетические устройства автоматических систем,
Фанифатов А.О., доцент, к.т.н.

Эксперт: советник Президента Санкт-Петербургской
торгово-промышленной палаты, к.т.н., доцент Ревин Н.Н.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Е4 Высокоэнергетические устройства автоматических систем «31» 08 2021 г.

И.о. заведующего кафедрой Нестеров Н.И.

Согласовано:

Декан факультета Е «Оружие и системы вооружения»
д.т.н. Шашурин А.Е.

Дисциплина обеспечена основной учебной литературой

Директор библиотеки БГТУ Сесина Н.В.

Б1.ОЧ.38 Проектирование выстрелов

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ _____	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО _____	4
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	5
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ _____	11
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	12
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ _____	13
Приложения к рабочей программе дисциплины	
Приложение 1. Аннотация рабочей программы _____	14
Приложение 2. Технологии и формы преподавания _____	15
Приложение 3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы _____	18
Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины _____	23
Приложение 5. Фонды оценочных средств _____	25
Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы _____	36
Приложение 7. Лист изменений, вносимых в рабочую программу _____	38

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

общепрофессиональной:

ОПК-10 – способность применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения;

профессиональных:

ПСК-1 – способность ориентироваться в многообразной номенклатуре патронов и гильз, их классификации и видах действия;

ПСК-2 – владение основными методами проектирования, расчетов патронов и гильз различного назначения;

ПСК-31 – способность работать с научно-технической литературой и электронными средствами информации, проводить научные исследования, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области проектирования и производства патронов и гильз.

Формированию указанных компетенций служит достижение следующих результатов образования:

знания:

- номенклатуры патронов стрелкового оружия и артиллерийских гильз, принятых на вооружении армии, их назначение, устройство, действие, основные характеристики и требования, предъявляемые к ним (ПСК-1);
- методик расчета патронов, пуль, гильз стрелкового и артиллерийского вооружения на надежность их функционирования при различных условиях выстрела (ПСК-2);
- условий эксплуатации (ОПК-10);

умения:

- анализировать тактико-техническое задание и разрабатывать конструкции патронов и артиллерийских гильз (ПСК -2);
- выполнять расчеты по определению эффективности действия пуль по целям, основных характеристик патрона и его элементов (ОПК-10);
- обосновать надежность функционирования патронов и гильз при выстреле по основным критериям надежности (ОПК-10);
- дать экономическое обоснование разработанной конструкции (ПСК-2);
- учесть мероприятия по технике безопасности и противопожарной технике при сборке патронов и их испытании стрельбой (ОПК-10);

- предусмотреть мероприятия по охране окружающей среды (ПК-9).

навыки:

- выбора функциональных схем и конструктивных характеристик патронов и гильз различного назначения (ПСК-2);
- расчета параметров эффективности действия пуль по целям (ПСК-2);
- инженерных расчетов параметров безотказного функционирования элементов патронов при выстреле (ПСК-2);
- оформления результатов научно-исследовательских работ в области проектирования и производства патронов и гильз.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Проектирование выстрелов» является дисциплиной базовой части Блока 1 программы.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Теория пластичности», «Основы баллистик и аэродинамики средств поражения», «Основы проектирования средств поражения», «Физика удара и взрыва» и служит основой для освоения дисциплин «Технология производства выстрелов», «Технология производства, снаряжения и утилизации патронов и гильз», «Специализированное оборудование производства патронов и гильз» и необходима для выполнения выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

(с распределением общего бюджета времени в часах)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ			
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	Аудиторный ПРАКТИКУМ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОПК-10	ПСК-1	ПСК-2	ПСК-31
4	7	1	Раздел 1. Основные этапы развития стрелкового оружия и боеприпасов. 1.1. Роль стрелкового оружия и артиллерии в системе вооружения. Военные доктрины. 1.2. История развития и совершенствования патронов стрелкового оружия и артиллерийских гильз.	4	2	2	-	-	2	10%	10%	10%	
		2	Раздел 2. Патроны стрелкового оружия. 2.1. Общая характеристика. Классификация. Основные ТТТ к патронам. 2.2. Устройство патрона и его элементов. Требования к патронам. Боевые и вспомогательные патроны. 2.3. Устройство пуль, их конструкция и действие, назначение отдельных элементов. Основные характеристики пуль: линейные, динамические, баллистические, прочностные. Материалы элементов пуль.	18	14	10	4	-	4	10%	10%	10%	

		<p>2.4. Пули обыкновенного действия: сплошные, двух- и трехэлементные. Особенности конструкции.</p> <p>2.5. Пули специального действия: бронебойные, зажигательные, трассирующие, комбинированного действия. Устройство. Эффективность действия.</p>										
3		<p>Раздел 3. Расчет основных характеристик пуль.</p> <p>3.1. Движение пули в безвоздушном пространстве и в воздухе. Элементы внешней баллистики. Основные уравнения движения. Силы и моменты, действующие на пулю в полете. Траектория полета и ее основные параметры. Законы сопротивления воздуха. Условия устойчивости пули в полете. Гироскопическая устойчивость и направленность полета. Дальность прямого выстрела. Кучность боя.</p> <p>3.2. Расчет линейных, динамических и баллистических характеристик пули. Методика расчета динамических характеристик: массы, положения центра масс, осевого и экваториального моментов инерции. Расчет баллистических характеристик: коэффициента формы, баллистического коэффициента, коэффициента гироскопической устойчивости. Способы стабилизации пули на полете. Крутизна нарезов канала ствола.</p> <p>3.3. Условия движения пули внутри канала ствола. Элементы внутренней баллистики. Явление выстрела. Модель процесса выстрела. Основные периоды выстрела. Расчет пульной оболочки на поперечную прочность и возможность срыва с нарезов канала ствола. Определение условий возможного демонтажа пули при вылете из канала ствола.</p> <p>3.4. Действие пули по цели. Убойное, пробивное, проникающее и останавливающее действия. Методика оценки действия пуль по цели.</p> <p>3.5. Оценка действия специальных пуль. Проектирование бронебойных пуль. Бронепробивное действие. Действие трассирующих пуль.</p>	34	23	10	13	-	11	10%	10%	10%	

		4	<p>Раздел 4. Элементы патрона: гильза, заряд, капсюль.</p> <p>4.1. Гильзы к патронам стрелкового оружия. Особенности функционирования гильзы при выстреле. Основные требования. Конструкция гильз, распределение механических свойств по длине корпуса. Материалы для гильз. Обеспечение obturation пороховых газов и надежной экстракции гильз. Прочность гильз при выстреле.</p> <p>4.2. Заряды к патронам стрелкового оружия. Назначение и требования к зарядам. Виды порохов. Маркировка и испытание порохов.</p> <p>4.3. Капсюли-воспламенители. Назначение и основные требования. Виды капсюлей – ударные и наконечные. Капсюли-воспламенители к патронам. Конструкция. Ударные составы. Методы испытаний.</p>	16	12	12	-	-	4	10%	10%	10%	
			Сессия	36				-	36				
			Итого в семестре	108	51	34	17	-	57	40%	40%	40%	
4	8	5	<p>Раздел 5. Гильзы артиллерийского и стрелкового выстрелов.</p> <p>5.1. Назначение и устройство гильз. Элементы гильз, их назначение. Конусность, бутылочность. Разновидности конструкции гильз. Материалы для изготовления гильз. Основные требования, предъявляемые к гильзам.</p> <p>5.2. Функционирование гильз при выстреле. Основные периоды функционирования гильз при выстреле. Модель А.Г. Матюнина. Связь с основными периодами выстрела. Графическое представление деформации гильзы при выстреле. Обеспечение надежности экстракции и obturation пороховых газов, прочности и жесткости элементов гильзы при выстреле</p>	23	18	12	6	-	5	10%	10%	10%	

6	<p>Раздел 6. Расчет гильз на экстракцию.</p> <p>6.1. Постановка задачи. Исходные данные. Основные параметры экстракции. Надежность экстракции.</p> <p>6.2. Элементы теории оболочек. Виды оболочек. Уравнение равновесия элемента оболочки в усилиях и перемещениях. Вид краевых условий. Расчет перемещений и краевых нагрузок.</p> <p>6.3. Расчет основных параметров процесса экстракции гильз. Определение конечного зазора по методам А.Н.Ганичева и М.И. Свердлова. Учет теплового фактора. Расчет температурного поля гильзы в камере орудия. Расчет н.д.с. корпуса гильзы. Расчет усилия защемления гильзы в камере орудия.</p> <p>6.4. Расчет параметров экстракции гильзы в орудиях со свободным клином. Случай защемленной и незащемленной гильзы в камере орудия. Составление и решение дифференциальных уравнений движения гильзы и клина. Этапы экстракции. Расчет основных характеристик процесса экстракции. Условия надежной экстракции защемленной гильзы в орудиях со свободным клином.</p> <p>6.5. Расчет гильзы на экстракцию в орудиях с непрерывным отбором энергии откатных частей. Принцип использования энергии откатных частей в орудиях с клиновым и поршневым затворами. Условие надежной экстракции. Сопоставление и анализ процесса экстракции гильз в орудиях различными экстрактирующими механизмами.</p>	23	18	12	6	-	5	10%	10%	10%	
7	<p>Раздел 7. Расчет гильз на прочность и жесткость при выстреле.</p> <p>7.1. Расчет корпуса гильзы на продольный разрыв. Причины образования продольных трещин в корпусе гильзы. Основные факторы. Расчет по деформационным критериям (метод М.И. Свердлова). Распределение окружной деформации по периметру разностенного корпуса гильзы. Условия прочности корпуса гильзы в продольном направлении.</p> <p>7.2. Расчет корпуса гильзы на поперечный разрыв. Причины и условия образования поперечных трещин. Критерии прочности. Расчет осевой деформации нижней части корпуса гильзы. Учет схемы напряженного состояния при определении допустимой осевой деформации корпуса гильзы.</p>	18	13	8	5	-	5	10%	10%	10%	

		<p>7.3. Расчет гильзы на жесткость и надежность от распатронирования в процессе досылания патрона в патронник. Модель процесса досылания. Уравнение движения патрона при досылании. Условие жесткости корпуса гильзы в процессе досылания. Надежность от распатронирования при досылании. Торможение патрона за счет работы пластической деформации опорных элементов гильзы. Динамическое торможение.</p> <p>7.4. Функционирование гильзы с обратной конусностью в системах барабанного типа. Принцип действия пушек барабанного типа. Особенности конструкции и функционирования гильзы с обратной конусностью корпуса. Расчет патрона на досылание, экстракцию и прочность.</p> <p>7.5. Коррозионное растрескивание гильз. Условие проявления коррозионного растрескивания. Механизм возникновения остаточных напряжений. Профилактика и методы борьбы с коррозионным растрескиванием. Механический метод определения остаточных напряжений. Испытание гильз на склонность к коррозионному растрескиванию.</p>										
	8	<p>Раздел 8. Методика проектирования патронов.</p> <p>Общие положения. Постановка задачи. Тактико-технические требования. Исходные данные и этапы проектирования. Составление эскизного проекта. Оценка эффективности действия по цели. Расчет показателей надежности функционирования элементов патрона. Обеспечение экономических требований при проектировании патрона. Перспективы развития и совершенствования конструкций патронов.</p>	8	2	2	-	-	6	30%	30%	30%	
	9	Выполнение курсового проекта	36					36				
		Итого в семестре	108	51	34	17	-	57	60%	60%	60%	100%
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ			216	102	68	34	-	114	100%	100%	100%	100%

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, часов
1	Раздел 2. Патроны стрелкового оружия	Разновидности патронов к стрелковому оружию.	4
2	Раздел 3. Расчет основных характеристик пуль.	Методики расчета динамических, баллистических и прочностных характеристик пуль	13
3	Раздел 5. Гильзы артиллерийского и стрелкового выстрелов.	Виды, назначение гильз.	6
4	Раздел 6. Расчет гильз на экстракцию.	Расчет параметров экстракции.	6
5	Раздел 7. Расчет гильз на прочность и жесткость при выстреле.	Расчет прочности гильзы при выстреле	5
Итого:			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	время (час)
Раздел 1. Основные этапы развития стрелкового оружия и боеприпасов.	Проработка содержания лекций и изучение рекомендованной литературы.	2
Раздел 2. Патроны стрелкового оружия	Проработка содержания лекций и практических занятий и изучение рекомендованной литературы.	4
Раздел 3. Расчет основных характеристик пуль.	Проработка содержания лекций и практических занятий и изучение рекомендованной литературы.	5
	Выполнение домашнего задания № 1 «Эффективность действия пули»	6
Раздел 4. Элементы патрона: гильза, заряд, капсюль.	Проработка содержания лекций и изучение рекомендованной литературы.	4
Сессия	Подготовка к сдаче экзамена	36
Раздел 5. Гильзы артиллерийского и стрелкового выстрелов.	Проработка содержания лекций и практических занятий и изучение рекомендованной литературы.	5
Раздел 6. Расчет гильз на экстракцию.	Выполнение домашнего задания № 2 «Расчет параметров экстракции».	5
Раздел 7. Расчет гильз на прочность и жесткость при выстреле.	Выполнение домашнего задания № 3 «Прочностные расчеты гильзы на продольный и поперечный разрывы».	5
Раздел 8. Методика проектирования патронов.	Проработка содержания лекций и изучение рекомендованной литературы.	6
Все разделы	Выполнение курсового проекта	36
ВСЕГО:		114

ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПОВ ВЫПОЛНЕНИЯ КП	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ СРС (час)
Этап 1. Составление эскизного проекта пули. Расчет динамических характеристик. Оценка эффективности действия пули по цели и определение дальности прямого выстрела. Оценка надежности функционирования пули при выстреле.	С 1-ой по 3-ю неделю 10-го семестра	14
Этап 2. Разработка конструкции гильзы. Расчет конечного зазора. Оценка продольной прочности гильзы. Оценка прочности гильзы.	С 4-ой по 6-ю неделю 10-го семестра	12
Этап 3. Разработка чертежей патрона, гильзы, пули и пульной оболочки. Оформление пояснительной записки и графической части. Защита работы.	С 7-ой по 8-ю неделю 10-го семестра	10
ВСЕГО:		36

Перечень типовых тем курсовых работ приведен в Приложении 5.

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9								ДЗ1				КР					
10					ДЗ2	КП1				КП2	ДЗ3					КП3	Защита КП, Диф.зачет

Условные обозначения:

- КР – контрольная работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- КП1 – КП3 – выполнение этапов курсового проекта.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность, посещаемость) – работа у доски, своевременное выполнение домашних заданий.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в форме:

- контрольная работа (7 семестр)
- выполнение этапов курсового проекта и домашних заданий (8 семестр).

Промежуточный контроль по результатам семестров проходит в форме:

- письменного экзамена, (включает в себя ответы на теоретические вопросы и решение задач) в 7 семестре;

- дифференцированного зачета, который оформляется по результатам выполнения предусмотренных рабочей программой домашних заданий в 8 семестре.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, методы контроля, позволяющие оценить результаты образования по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 5.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература:

1. **Данилин, Геннадий Александрович.** Основы проектирования патронов к стрелковому оружию [Текст] : учебник [для вузов] / Г. А. Данилин, В. П. Огородников, А. Б. Заволокин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб. : [б. и.], 2017. - 368 с. : схемы, граф., табл. - Библиогр.: с. 331. - Прил.: с. 332-368. - ISBN 978-5-906920-12-6 (18 экз.).

2. **Чурбанов, Евгений Васильевич.** Краткий курс баллистики [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. В. Чурбанов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Изд. 2-е, испр. - СПб. : [б. и.], 2006. - 291 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 286-287. - ISBN 5-85546-222-6 (215 экз.).

3. **Разработка конструкции патрона** [Текст] : методические указания к выполнению курсового проекта [для вузов] / БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова ; сост.: Г. А. Данилин, Е. В. Затеруха. - Изд. 2-е, испр. и доп. - СПб. : [б. и.], 2017. - 58 с. : граф., черт., табл. - Библиогр.: с. 49-50. - Прил.: с. 51-57. (36 экз.).

5.2.Дополнительная литература:

1. **Данилин, Геннадий Александрович.** Основы проектирования патронов к стрелковому оружию [Текст] : учебник для вузов / Г. А. Данилин, В. П. Огородников, А. Б. Заволокин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - 2-е изд., испр. - СПб. : [б. и.], 2010. - 368 с. : схемы, граф., табл. - Библиогр.: с. 331. - Приложение: с. 332-368. - ISBN 978-5-85546-573-0 (101 экз.).

2. **Справочник по технологии** патронного производства [Текст] : в 2 т. Т. 1 / Н. П. Агеев [и др.] ; ред.: Н. П. Агеев, В. И. Зиновкин, Н. М. Масляев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2011. - 641 с. : граф., схемы, табл., фото. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр. в конце глав. - Основ. термины и опред.: с. 11-14. - Основ. усл. обознач. и сокращ.: с. 14-16. - ISBN 978-5-85546-582-2 (10 экз.).

3. **Проектно-технологическое обеспечение надёжности** функционирования патронов стрелкового оружия [Текст] / Г. А. Данилин [и др.] ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - АВТ. РЕД. - СПб. : [б. и.], 2017. - 493 с. : граф., схемы, фот., черт. - Библиогр.: с. 484-490. - Список сокращ. и аббр.: с. 3-7. - ISBN 978-5-906920-17-1. 2 экз.

5.3. Интернет-ресурсы:

- <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> . Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
- <https://urait.ru>. Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов;
- <http://e.lanbook.com>. ЭБС Лань;
- www.tnt-ebook.ru.

5.4. Программное обеспечение:

– программные пакеты для математических расчетов MS Excel и Mathcad.

Специализированных программ не требуется.

5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса.

Предполагаются методы обучения с использованием информационных технологий: демонстрация мультимедийных материалов – фильма с иллюстрацией процессов штамповки, а также возможность консультирования обучающихся преподавателями в любое время и в любой точке пространства посредством сети Интернет.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

Комплект планшетов: автоматные патроны; винтовочные патроны; пули бронебойно-зажигательные; пули трассирующие; пистолетные патроны.

2. Практические занятия:

- 1) компьютерный класс;
- 2) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.
- 3) кафедральная программа для расчета прочностных характеристик гильзы «ЗАЗОР».

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Проектирование выстрелов» является дисциплиной обязательной части блока дисциплин учебного плана подготовки студентов по специальности 17.05.01 Боеприпасы и взрыватели (специализация «Патроны и гильзы»). Дисциплина реализуется на «Е» факультете БГТУ «ВОЕНМЕХ» кафедрой Е4 «Высокоэнергетические устройства автоматических систем».

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональной компетенции ОПК-10 (способность применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения) и профессиональных компетенций: ПСК-1 (способность ориентироваться в многообразной номенклатуре патронов и гильз, их классификации и видах действия), ПСК-2 (владение основными методами проектирования, расчетов патронов и гильз различного назначения) и ПСК-31 (способность работать с научно-технической литературой и электронными средствами информации, проводить научные исследования, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области проектирования и производства патронов и гильз).

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием боеприпасов к стрелковому оружию, основными принципами классификации патронов стрелкового оружия, рассмотрением моделей баллистических расчётов, выбором условий заряжания, определением динамических и баллистических характеристик пуль, оценкой их надёжного функционирования при выстреле, методикой расчёта основных параметров экстракции и прочностных характеристик гильз, Порядок проектирования обоснован сведениями об устройстве и назначении различных видов патронов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме домашних заданий, рубежный контроль в форме контрольной работы и промежуточный контроль в форме экзамена в 7 семестре, выполнения курсового проекта и дифференцированного зачета в 8 семестре.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (68 часов) и практические (34 часа) занятия и 114 часов самостоятельной работы студента.

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

I. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом обучения.

Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

II. Виды и содержание учебных занятий

Раздел 1. Основные этапы развития стрелкового оружия и боеприпасов

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Форма проведения занятий: изложение информации

Лекция 1. Роль стрелкового оружия и артиллерии в системе вооружения. Военные доктрины. История развития и совершенствования патронов стрелкового оружия и артиллерийских гильз.

Раздел 2. Патроны стрелкового оружия

Теоретические занятия (лекции) - 10 часов.

Форма проведения занятий: изложение информации

Лекция 2. Общая характеристика. Классификация. Основные ТТТ к патронам.

Лекция 3. Пистолетные и автоматные патроны.

Лекция 4. Винтовочные, крупнокалиберные патроны.

Лекция 5. Патроны со стреловидными пулями. Многопульные патроны.

Лекция 6. Бесшумные патроны. Патроны для подводной стрельбы.

Практические занятия – 6 часов.

Форма проведения занятий – решение задач.

Занятие 1. Устройство патрона и его элементов. Требования к патронам. Боевые и вспомогательные патроны. Разновидности конструкций боевых патронов. Устройство пуль, их конструкция и действие, назначение отдельных элементов. Основные характеристики пуль: линейные, динамические, баллистические, прочностные. Материалы элементов пуль.

Занятие 2. Пули обыкновенного действия: сплошные, двух- и трехэлементные. Особенности конструкции. Пули специального действия: бронебойные, зажигательные, трассирующие, комбинированного действия. Устройство. Эффективность действия. Решение задач по оценке убойного и проникающего действия пуль.

Раздел 3. Расчет основных характеристик пуль

Теоретические занятия (лекции) – 10 часов. Форма проведения занятий: изложение информации

Лекция 7. Движение пули в безвоздушном пространстве и в воздухе. Элементы внешней баллистики. Основные уравнения движения.

Лекция 8. Силы и моменты, действующие на пулю в полете. Траектория полета и ее основные параметры. Законы сопротивления воздуха.

Лекция 9. Условия устойчивости пули в полете. Гироскопическая устойчивость и направленность полета.

Лекция 10. Дальность прямого выстрела, настильность траектории.

Лекция 11. Кучность боя. Рассеивание пуль.

Практические занятия - 13 часов. Форма проведения занятий – решение задач.

Занятия 3-8. Расчет полетного времени и дальности трассирования. Расчет пуль на возможность срыва с нарезов канала ствола. Расчет пуль на возможность демонтажа по вылете из канала ствола. Методики расчета динамических, баллистических и прочностных характеристик пуль. Бронебойное действие пуль.

Раздел 4. Элементы патрона: гильза, заряд, капсюль

Теоретические занятия (лекции) – 12 часов. Форма проведения занятий: изложение информации

Лекция 12. Гильзы к патронам стрелкового оружия.

Лекция 13. Особенности функционирования гильзы при выстреле. Основные требования. Конструкция гильз, распределение механических свойств по длине корпуса. Материалы для гильз.

Лекция 14. Обеспечение obturation пороховых газов и надежной экстракции гильз.

Лекция 15. Заряды к патронам стрелкового оружия. Назначение и требования к зарядам. Виды порохов. Маркировка и испытание порохов.

Лекции 16, 17. Капсюли-воспламенители. Назначение и основные требования. Виды капсюлей – ударные и накольные. Капсюли-воспламенители к патронам. Конструкция. Ударные составы. Методы испытаний

Раздел 5. Гильзы артиллерийского и стрелкового выстрелов

Теоретические занятия (лекции) – 12 часов. Форма проведения занятий: изложение информации.

Лекция 18. Функционирование гильз при выстреле.

Лекция 19. Основные периоды функционирования гильз при выстреле. Модель А.Г. Матюнина. Связь с основными периодами выстрела.

Лекция 20. Графическое представление деформации гильзы при выстреле. Обеспечение надежности экстракции и obturation пороховых газов, прочности и жесткости элементов гильзы при выстреле.

Лекция 21. Расчет прочности корпуса гильзы на продольный разрыв.

Лекция 22. Расчет прочности корпуса гильзы на поперечный разрыв.

Лекция 23. Расчет прочности фланца гильзы.

Практические занятия – 6 часов.

Форма проведения занятий – решение задач.

Занятия 9-11. Расчет показателей надежности гильз.

Раздел 6. Расчет гильз на экстракцию

Теоретические занятия (лекции) – 12 часов. Форма проведения занятий: изложение информации.

Лекция 24. Основные параметры экстракции. Надежность экстракции.

Лекция 25. Элементы теории оболочек. Виды оболочек. Уравнение равновесия элемента оболочки в усилиях и перемещениях. Вид краевых условий. Расчет перемещений и краевых нагрузок.

Лекция 26. Расчет основных параметров процесса экстракции гильз.

Определение конечного зазора по методам А.Н.Ганичева и М.И. Свердлова. Учет теплового фактора. Расчет температурного поля гильзы в камере орудия. Расчет н.д.с. корпуса гильзы.

Лекция 27. Расчет усилия защемления гильзы в камере орудия.

Лекция 28. Расчет параметров экстракции гильзы в орудиях со свободным клином. Случай защемленной и незащемленной гильзы в камере орудия. Составление и решение дифференциальных уравнений движения гильзы и клина. Этапы экстракции.

Лекция 29. Расчет основных характеристик процесса экстракции. Условия надежной экстракции защемленной гильзы в орудиях со свободным клином.

Практические занятия – 6 часов.

Форма проведения занятий – решение задач.

Занятия 12-14. Расчет гильзы на экстракцию в орудиях с непрерывным отбором энергии откатных частей. Принцип использования энергии откатных частей в орудиях с клиновым и поршневым затворами. Условие надежной экстракции. Сопоставление и анализ процесса экстракции гильз в орудиях различными экстрактирующими механизмами.

Раздел 7. Расчет гильз на прочность и жесткость при выстреле

Теоретические занятия (лекции) – 8 часов. Форма проведения занятий: изложение информации.

Лекция 30. Расчет гильзы на жесткость и надежность от распатронирования в процессе досылания патрона в патронник. Модель процесса досылания. Уравнение движения патрона при досылании.

Лекция 31. Функционирование гильзы с обратной конусностью в системах барабанного типа. Принцип действия пушек барабанного типа. Особенности конструкции и функционирования гильзы с обратной конусностью корпуса. Расчет патрона на досылание, экстракцию и прочность.

Лекция 32. Условие жесткости корпуса гильзы в процессе досылания. Надежность от распатронирования при досылании. Торможение патрона за счет работы пластической деформации опорных элементов гильзы. Динамическое торможение.

Лекция 33. Коррозионное растрескивание гильз.

Практические занятия – 4 часа.

Занятия 15, 16. Условие проявления коррозионного растрескивания. Механизм возникновения остаточных напряжений. Профилактика и методы борьбы с коррозионным растрескиванием. Механический метод определения остаточных напряжений. Испытание гильз на склонность к коррозионному растрескиванию.

Раздел 8. Методика проектирования патронов

Теоретические занятия (лекции) – 2 часа. Форма проведения занятий: изложение информации.

Лекция 34. Тактико-технические требования. Исходные данные и этапы проектирования. Составление эскизного проекта. Обеспечение экономических требований при проектировании патрона. Перспективы развития и совершенствования конструкций патронов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 часов, из них 102 часа аудиторных занятий и 114 часов, 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 п.4 Рабочей программы и в Приложении 5 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
Раздел 1. Основные этапы развития стрелкового оружия и боеприпасов			
Проработка содержания лекций и изучение рекомендованной литературы.	Роль стрелкового оружия и артиллерии в системе вооружения. Военные доктрины. История развития и совершенствования патронов стрелкового оружия и артиллерийских гильз.	2	Основная литература № 1, главы 1, 2.
Раздел 2. Патроны стрелкового оружия			
Проработка содержания лекций и практических занятий и изучение рекомендованной литературы.	Общая характеристика. Классификация. Основные ТТТ к патронам. Устройство патрона и его элементов. Требования к патронам. Боевые и вспомогательные патроны. Устройство пуль, их конструкция и действие, назначение отдельных элементов. Основные характеристики пуль: линейные, динамические, баллистические, прочностные. Материалы элементов пуль. Пули обыкновенного действия: сплошные, двух- и трехэлементные. Особенности конструкции. Пули специального действия: бронебойные, зажигательные, трассирующие, комбинированного действия. Устройство. Эффективность действия.	4	Основная литература № 1, главы 3,5. Дополнительная литература: № 2, глава 1 (1.1-1.5), № 3, глава 1.1.

Раздел 3. Расчет основных характеристик пуль			
Проработка содержания лекций и практических занятий и изучение рекомендованной литературы. Подготовка к контрольной работе.	Расчет линейных, динамических и баллистических характеристик пули. Методика расчета динамических характеристик: массы, положения центра масс, осевого и экваториального моментов инерции. Расчет баллистических характеристик: коэффициента формы, баллистического коэффициента, коэффициента гироскопической устойчивости. Способы стабилизации пули на полете. Крутизна нарезов канала ствола. 3.3. Условия движения пули внутри канала ствола. Элементы внутренней баллистики. Явление выстрела. Модель процесса выстрела. Основные периоды выстрела. Расчет пульной оболочки на поперечную прочность и возможность срыва с нарезов канала ствола. Определение условий возможного демонтажа пули при вылете из канала ствола.	5	Основная литература: № 1, главы 4, 5; № 2, раздел 2. Основная литература: № 2, глава 3. Дополнительная литература: № 1, главы 4, 5; № 3, глава 1; №3, глава 1.4, глава 3.
Выполнение домашнего задания № 1	Эффективность действия пули.	6	Основная литература № 1, глава 5 (5.3, 5.4, 5.5, 5.6).
Итого по разделу 3		11	
Раздел 4. Элементы патрона: гильза, заряд, капсюль			
Проработка содержания лекций и изучение рекомендованной литературы.	Гильзы к патронам стрелкового оружия. Особенности функционирования гильзы при выстреле. Основные требования. Конструкция гильз, распределение механических свойств по длине корпуса. Материалы для гильз. Обеспечение obturation пороховых газов и надежной экстракции гильз. Прочность гильз при выстреле. Заряды к патронам стрелкового оружия. Назначение и требования к зарядам. Виды порохов. Маркировка и испытание порохов. Капсюли-воспламенители. Назначение и основные требования. Виды капсюлей – ударные и наконечные. Капсюли-воспламенители к патронам. Конструкция. Ударные составы. Методы испытаний.	4	Основная литература № 1, главы 7 (7.1,7.2),8 (8.3, 8.4).

Сессия	Подготовка к экзамену	36	Конспект лекций, рекомендованная литература.
Раздел 5. Гильзы артиллерийского и стрелкового выстрелов			
Проработка содержания лекций и практических занятий и изучение рекомендованной литературы.	Назначение и устройство гильз. Элементы гильз, их назначение. Конусность, бутылочность. Разновидности конструкции гильз. Материалы для изготовления гильз. Основные требования, предъявляемые к гильзам. Функционирование гильз при выстреле. Основные периоды функционирования гильз при выстреле. Модель А.Г. Матюнина. Связь с основными периодами выстрела. Графическое представление деформации гильзы при выстреле. Обеспечение надежности экстракции и обтюрации пороховых газов, прочности и жесткости элементов гильзы при выстреле	5	Основная литература № 1, главы 7, 8.
Раздел 6. Расчет гильз на экстракцию			
Проработка содержания лекций и практических занятий и изучение рекомендованной литературы.	Постановка задачи. Исходные данные. Основные параметры экстракции. Надежность экстракции. Элементы теории оболочек. Виды оболочек. Уравнение равновесия элемента оболочки в усилиях и перемещениях. Вид краевых условий. Расчет перемещений и краевых нагрузок. Расчет основных параметров процесса экстракции гильз. Определение конечного зазора по методам А.Н.Ганичева и М.И. Свердлова. Учет теплового фактора. Расчет температурного поля гильзы в камере орудия. Расчет н.д.с. корпуса гильзы. Расчет усилия защемления гильзы в камере орудия. Расчет параметров экстракции гильзы в орудиях со свободным клином. Случай защемленной и незащемленной гильзы в камере орудия. Составление и решение дифференциальных уравнений движения гильзы и клина. Этапы экстракции. Расчет основных характеристик процесса экстракции. Условия надежной экстракции защемленной гильзы в орудиях со свободным клином. Расчет гильзы на экстракцию в орудиях с непрерывным	5	Основная литература № 1, глава 7.7.

	отбором энергии откатных частей. Принцип использования энергии откатных частей в орудиях с клиновым и поршневым затворами. Условие надежной экстракции. Сопоставление и анализ процесса экстракции гильз в орудиях различными экстрактирующими механизмами.		
Выполнение домашнего задания № 2	Расчет параметров экстракции.		Основная литература № 1, глава 7.7.
Раздел 7. Расчет гильз на прочность и жесткость при выстреле			
Проработка содержания лекций и практических занятий и изучение рекомендованной литературы.	Расчет корпуса гильзы на продольный разрыв. Причины образования продольных трещин в корпусе гильзы. Основные факторы. Расчет по деформационным критериям (метод М.И. Свердлова). Распределение окружной деформации по периметру разностенного корпуса гильзы. Условия прочности корпуса гильзы в продольном направлении. Расчет корпуса гильзы на поперечный разрыв. Причины и условия образования поперечных трещин. Критерии прочности. Расчет осевой деформации нижней части корпуса гильзы. Учет схемы напряженного состояния при определении допустимой осевой деформации корпуса гильзы. Расчет гильзы на жесткость и надежность от распатронирования в процессе досылания патрона в патронник. Модель процесса досылания. Уравнение движения патрона при досылании. Условие жесткости корпуса гильзы в процессе досылания. Надежность от распатронирования при досылании. Торможение патрона за счет работы пластической деформации опорных элементов гильзы. Динамическое торможение. Функционирование гильзы с обратной конусностью в системах барабанного типа. Принцип действия пушек барабанного типа. Особенности конструкции и функционирования гильзы с обратной конусностью корпуса. Расчет патрона на досылание, экстракцию и прочность. Коррозионное растрескивание гильз. Условие проявления коррозионного растрескивания.	5	Основная литература: № 1, глава 7; № 2, раздел 3. Дополнительная литература: № 1, глава 7; № 2, глава 2.

	Механизм возникновения остаточных напряжений. Профилактика и методы борьбы с коррозионным растрескиванием. Механический метод определения остаточных напряжений. Испытание гильз на склонность к коррозионному растрескиванию.		
Выполнение домашнего задания № 3	Прочностные расчеты гильзы на продольный и поперечный разрывы.		Основная литература № 1, глава 7.6.
Раздел 8. Методика проектирования патронов			
Проработка содержания лекций и практических занятий и изучение рекомендованной литературы.	Общие положения. Постановка задачи. Тактико-технические требования. Исходные данные и этапы проектирования. Составление эскизного проекта. Оценка эффективности действия по цели. Расчет показателей надежности функционирования элементов патрона. Обеспечение экономических требований при проектировании патрона. Перспективы развития и совершенствования конструкций патронов.	6	Основная литература: № 3, глава 7. Дополнительная литература: № 1, глава 7; № 3, глава 5.
Выполнение курсового проекта			
Выполнение курсового проекта	Составление эскизного проекта пули. Расчет динамических характеристик. Оценка эффективности действия пули по цели и определение дальности прямого выстрела. Оценка надежности функционирования пули при выстреле. Разработка конструкции гильзы. Расчет конечного зазора. Оценка продольной прочности гильзы. Оценка прочности гильзы. Разработка чертежа патрона. Составление – технических требований.	36	Основная литература № 3.
Итого		114	

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Студент обязан посещать все лекции и активно включаться в работу на занятиях. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Решение типовых расчетов.
Контрольная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой.
Курсовой проект	Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части. Расчетно-пояснительная записка является основным документом курсового проекта и должна отражать объем и содержание работ, выполненных студентом в процессе проектирования и описанных в определенной последовательности. Расчетно-пояснительная записка должна удовлетворять по содержанию и оформлению всем основным требованиям, определяемыми методическими указаниями по курсовому проектированию. Расчетно-пояснительная записка может быть выполнена в виде рукописи или распечатанного электронного текста объемом не менее 25 стр. формата А4. Графическая часть, как правило, состоит из чертежей проектируемого патрона и его элементов – гильзы, пули, оболочки и сердечника, кроме того, на плакатах изображается следующая информация: результаты расчета баллистических и динамических характеристик пули+оценка эффективности действия пули; оценка надежности функционирования пули (срыв+демонтаж); оценка надежности функционирования гильзы. Оформление чертежей производится в соответствии с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Объем графической части проекта составляет четыре листов формата А1.
Подготовка к диф. зачету и экзамену	При подготовке необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЗАДАНИЙ (по видам СРС)

Домашнее задание № 1 «Эффективность действия пули».

Домашнее задание № 2 «Расчет параметров экстракции».

Домашнее задание № 3 «Прочностные расчеты гильзы на продольный и поперечный разрывы».

Курсовая работа:

1. Разработать конструкцию патрона клб.12,7 с пулей бронебойно-зажигательного действия. Вид оружия – крупнокалиберный пулемет ДШК с крутизной нарезов $\eta=26,4$, дальность прямого выстрела $x_0 > 900$ м. Импульс отдачи $I > 30$ Н·с. Необходимо обеспечить следующее действие боеприпаса – пробитие брони толщиной $S=22$ мм, $K=2000$ на расстоянии $x=300$ м при угле попадания $\alpha=20^\circ$. Материал гильзы латунь Л70. Материал оболочки пули – томпак.

2. Разработать конструкцию патрона клб.12,7 с пулей бронебойно-зажигательного действия. Вид оружия – снайперская винтовка с крутизной нарезов $\eta=31,4$, дальность прямого выстрела $x_0 > 920$ м. Импульс отдачи $I > 30$ Н·с. Необходимо обеспечить следующее действие боеприпаса – пробитие брони толщиной $S=25$ мм, $K=2000$ на расстоянии $x=310$ м при угле попадания $\alpha=20^\circ$. Материал гильзы сталь 18ЮА. Материал оболочки пули – томпак.

3. Разработать конструкцию патрона клб.12,7 с пулей бронебойно-зажигательного действия. Вид оружия – снайперская винтовка с крутизной нарезов $\eta=31,7$, дальность прямого выстрела $x_0 > 920$ м. Импульс отдачи $I > 30$ Н·с. Необходимо обеспечить следующее действие боеприпаса – пробитие брони толщиной $S=27$ мм, $K=2000$ на расстоянии $x=310$ м при угле попадания $\alpha=0^\circ$. Материал гильзы латунь Л70. Материал оболочки пули – томпак.

4. Разработать конструкцию патрона клб.12,7 с пулей трассирующего действия. Вид оружия – крупнокалиберный пулемет ДШК $\eta=32,6$, дальность прямого выстрела $x_0 > 950$ м. Импульс отдачи $I > 30$ Н·с. Необходимо обеспечить дальность трассирования, равную 1300 м, а также пробить броню толщиной 0,8м на расстоянии 800м. Материал гильзы сталь 18ЮА. Материал оболочки пули – биметалл - 3.

5. Разработать конструкцию патрона калибра 14,5 мм с пулей бронебойно-зажигательного действия. Крутизна нарезов канала ствола $\eta=26,3$, дальность прямого выстрела $x_0 > 1000$ м. Импульс отдачи $I > 70$ Н·с. Необходимо обеспечить следующее действие боеприпаса – пробитие брони толщиной $S=27$ мм, $K=2000$ на расстоянии $x=330$ м при угле попадания $\alpha=10^\circ$. Материал гильзы сталь 18ЮА. Материал оболочки пули – томпак.

6. Разработать конструкцию патрона калибра 13 мм с пулей бронебойно-зажигательного действия. Крутизна нарезов канала ствола $\eta=27,1$, дальность прямого выстрела $x_0 > 1000$ м. Импульс отдачи $I > 60$ Н·с. Необходимо обеспечить следующее действие боеприпаса – пробитие брони толщиной $S=22$ мм, $K=2000$ на расстоянии $x=300$ м при угле попадания $\alpha=20^\circ$. Материал гильзы сталь 18ЮА. Материал оболочки пули – биметалл - 3.

7. Разработать конструкцию охотничьего патрона калибра 6 мм с пулей обыкновенного действия. Крутизна нарезов канала ствола $\eta=25,8$, дальность прямого выстрела $x_0 > 320$ м. Импульс отдачи $I > 6$ Н·с. Необходимо обеспечить следующее действие боеприпаса – пробитие песчаной преграды толщиной $S=0,2$ м на расстоянии $x=300$ м. Материал гильзы сталь 18ЮА. Материал оболочки пули – томпак.

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценивание уровня учебных достижений студента осуществляется в виде текущего, рубежного и промежуточного контроля в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ».

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

- контрольная работа (КР);
- перечень вопросов к зачету и экзамену;
- три домашних задания (ДЗ1, ДЗ2, ДЗ3);
- курсовой проект (КП).

Комплект экзаменационных билетов, образцы выполненных домашних заданий, курсовых работ размещены в УМК по дисциплине размещены в УМК дисциплины и хранятся на кафедре.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ				НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
					ВСЕГО	Лекции	Аудиторный ПРАКТИКУМ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОПК-10	ПСК-9.1	ПСК-9.2	ПСК-31	
4	7	1	Раздел 1. Основные этапы развития стрелкового оружия и боеприпасов. 1.1 Роль стрелкового оружия и артиллерии в системе вооружения. Военные доктрины. 1.2. История развития и совершенствования патронов стрелкового оружия и артиллерийских гильз.	4	2	2	-	-	2	10%	10%	10%		ЭКЗ. ВОПРО.
		2	Раздел 2. Патроны стрелкового оружия. 2.1. Общая характеристика. Классификация. Основные ТТТ к патронам. 2.2. Устройство патрона и его элементов. Требования к патронам. Боевые и вспомогательные патроны. 2.3. Устройство пуль, их конструкция и действие, назначение отдельных элементов. Основные характеристики пуль: линейные, динамические, баллистические, прочностные. Материалы элементов пуль. 2.4. Пули обыкновенного действия: сплошные, двух- и трехэлементные. Особенности конструкции. 2.5. Пули специального действия: бронебойные, зажигательные, трассирующие, комбинированного действия. Устройство. Эффективность действия.	18	14	10	4	-	4	10%	10%	10%		КР, ДЗ1, ЭКЗ. ВОПРО.

3	<p>Раздел 3. Расчет основных характеристик пуль.</p> <p>3.1. Движение пули в безвоздушном пространстве и в воздухе. Элементы внешней баллистики. Основные уравнения движения. Силы и моменты, действующие на пулю в полете. Траектория полета и ее основные параметры. Законы сопротивления воздуха. Условия устойчивости пули в полете. Гироскопическая устойчивость и направленность полета. Дальность прямого выстрела. Кучность боя.</p> <p>3.2. Расчет линейных, динамических и баллистических характеристик пули. Методика расчета динамических характеристик: массы, положения центра масс, осевого и экваториального моментов инерции. Расчет баллистических характеристик: коэффициента формы, баллистического коэффициента, коэффициента гироскопической устойчивости. Способы стабилизации пули на полете. Крутизна нарезов канала ствола.</p> <p>3.3. Условия движения пули внутри канала ствола. Элементы внутренней баллистики. Явление выстрела. Модель процесса выстрела. Основные периоды выстрела. Расчет пульной оболочки на поперечную прочность и возможность срыва с нарезов канала ствола. Определение условий возможного демонтажа пули при вылете из канала ствола.</p> <p>3.4. Действие пули по цели. Убойное, пробивное, проникающее и останавливающее действия. Методика оценки действия пуль по цели.</p> <p>3.5. Оценка действия специальных пуль. Проектирование бронебойных пуль. Бронепробивное действие. Действие трассирующих пуль.</p>	34	23	10	13	-	11	10%	10%	10%		КР, Экз. вопр.
4	<p>Раздел 4. Элементы патрона: гильза, заряд, капсюль.</p> <p>4.1. Гильзы к патронам стрелкового оружия. Особенности функционирования гильзы при выстреле. Основные требования. Конструкция гильз, распределение механических свойств по длине корпуса. Материалы для гильз. Обеспечение obturation пороховых газов и надежной экстракции гильз. Прочность гильз при выстреле.</p> <p>4.2. Заряды к патронам стрелкового оружия. Назначение и требования к зарядам. Виды порохов. Маркировка и испытание порохов.</p> <p>4.3. Капсюли-воспламенители. Назначение и основные требования. Виды капсюлей – ударные и наконечные. Капсюли-воспламенители к патронам. Конструкция. Ударные составы. Методы испытаний.</p>	16	12	12	-	-	4	10%	10%	10%		КР, Экз. вопр.
	Сессия	36				-	36					
	Итого в семестре	108	51	34	17	-	57	40%	40%	40%		

4	8	5	<p>Раздел 5. Гильзы артиллерийского и стрелкового выстрелов.</p> <p>5.1. Назначение и устройство гильз. Элементы гильз, их назначение. Конусность, бутылочность. Разновидности конструкции гильз. Материалы для изготовления гильз. Основные требования, предъявляемые к гильзам.</p> <p>5.2. Функционирование гильз при выстреле.</p> <p>Основные периоды функционирования гильз при выстреле. Модель А.Г. Матюнина. Связь с основными периодами выстрела. Графическое представление деформации гильзы при выстреле. Обеспечение надежности экстракции и обтюрации пороховых газов, прочности и жесткости элементов гильзы при выстреле</p>	23	18	12	6	-	5	10%	10%	10%		КП, Вопр. диф. зач.
		6	<p>Раздел 6. Расчет гильз на экстракцию.</p> <p>6.1. Постановка задачи. Исходные данные. Основные параметры экстракции. Надежность экстракции.</p> <p>6.2. Элементы теории оболочек. Виды оболочек. Уравнение равновесия элемента оболочки в усилиях и перемещениях. Вид краевых условий. Расчет перемещений и краевых нагрузок.</p> <p>6.3. Расчет основных параметров процесса экстракции гильз. Определение конечного зазора по методам А.Н.Ганичева и М.И. Свердлова. Учет теплового фактора. Расчет температурного поля гильзы в камере орудия. Расчет н.д.с. корпуса гильзы. Расчет усилия защемления гильзы в камере орудия.</p> <p>6.4. Расчет параметров экстракции гильзы в орудиях со свободным клином. Случай защемленной и незащемленной гильзы в камере орудия. Составление и решение дифференциальных уравнений движения гильзы и клина. Этапы экстракции. Расчет основных характеристик процесса экстракции. Условия надежной экстракции защемленной гильзы в орудиях со свободным клином.</p> <p>6.5. Расчет гильзы на экстракцию в орудиях с непрерывным отбором энергии откатных частей. Принцип использования энергии откатных частей в орудиях с клиновым и поршневым затворами. Условие надежной экстракции. Сопоставление и анализ процесса экстракции гильз в орудиях различными экстрактирующими механизмами.</p>	23	18	12	6	-	5	10%	10%	10%		КП, ДЗ2, Вопр. диф. зач.
		7	<p>Раздел 7. Расчет гильз на прочность и жесткость при выстреле.</p> <p>7.1. Расчет корпуса гильзы на продольный разрыв. Причины образования продольных трещин в корпусе гильзы. Основные факторы. Расчет по деформационным критериям (метод М.И. Свердлова). Распределение окружной деформации по периметру разностенного корпуса гильзы. Условия прочности корпуса гильзы в продольном направлении.</p> <p>7.2. Расчет корпуса гильзы на поперечный разрыв. Причины и условия образования поперечных трещин. Критерии прочности. Расчет осевой деформации нижней части корпуса гильзы. Учет схемы напряженного состояния при определении допустимой осевой деформации корпуса гильзы.</p>	18	13	8	5	-	5	10%	10%	10%		КП, ДЗ3, Вопр. диф. зач.

		<p>7.3. Расчет гильзы на жесткость и надежность от распатронирования в процессе досылания патрона в патронник. Модель процесса досылания. Уравнение движения патрона при досылании. Условие жесткости корпуса гильзы в процессе досылания. Надежность от распатронирования при досылании. Торможение патрона за счет работы пластической деформации опорных элементов гильзы. Динамическое торможение.</p> <p>7.4. Функционирование гильзы с обратной конусностью в системах барабанного типа. Принцип действия пушек барабанного типа. Особенности конструкции и функционирования гильзы с обратной конусностью корпуса. Расчет патрона на досылание, экстракцию и прочность.</p> <p>7.5. Коррозионное растрескивание гильз.</p> <p>Условие проявления коррозионного растрескивания. Механизм возникновения остаточных напряжений. Профилактика и методы борьбы с коррозионным растрескиванием. Механический метод определения остаточных напряжений. Испытание гильз на склонность к коррозионному растрескиванию.</p>											КП, Вопр. Диф. Зач.
	8	<p>Раздел 8. Методика проектирования патронов.</p> <p>Общие положения. Постановка задачи. Тактико-технические требования. Исходные данные и этапы проектирования. Составление эскизного проекта. Оценка эффективности действия по цели. Расчет показателей надежности функционирования элементов патрона. Обеспечение экономических требований при проектировании патрона. Перспективы развития и совершенствования конструкций патронов.</p>	8	2	2	-	-	6	30%	30%	30%		Вопр. Диф. Зач.
	9	Выполнение курсового проекта	36					36				100%	
		Итого в семестре	108	51	34	17	-	21	60%	60%	60%	100%	
ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ			216	102	68	34	-	114	100%	100%	100%	100%	

Варианты контрольных работ

Задача № 1

С какого максимального расстояния будет пробит броневой лист толщиной $S = 15$ мм при стрельбе под углом к нормали 10° из пулемета пулей БЗТ $d_{\text{п}} = 12,3$ мм, $q_{\text{п}} = 32$ г, $d_{\text{с}} = 10,4$ мм, $q_{\text{с}} = 16,5$ г, $K = 2000$, если $L_{\text{ств}} = 1,4$ м, $p_{\text{max}} = 300$ МПа. Определить предельную дальность трассирования, если на дальности 600 м сгорела половина трассирующего состава.

Оценить возможность демонтажа пули по вылете из канала ствола и срыва пули с нарезов, если $S_{\text{об}} = 0,65$ мм, $S_{\text{рб}} = 0,3$ мм, $h_2 = 18,0$ мм, $n = 8$, $t_{\text{ств}} = 200^\circ$, $t_{\text{б/п}} = -40^\circ$, $\Pi_{\text{изн}} = 0,04$ мм, $\alpha = 5^\circ$, $\delta_0 = 0,17$ мм, $[\sigma] = 300$ МПа, $(\sigma_{\text{в}})_{\text{св}} = 20$ МПа, $\Delta S = 0,06$ мм.

Задача № 2

Оценить возможность поражения противника в каске $S = 3$ мм, $K = 1800$ при стрельбе из автомата $d = 6,0$ мм, $q_{\text{п}} = 6,5$ г, $p_{\text{max}} = 300$ МПа, $L = 400$ мм, $h_1 = 15,0$ мм на дистанции прямого выстрела.

Рассчитать возможность демонтажа пули по вылете из канала ствола и срыва пули с нарезов: $S_0 = 0,52$ мм, $\Delta S = 0,05$ мм, $S_{\text{рб}} = 0,10$ мм, $h_2 = 8,0$ мм, $n = 4$, $t_{\text{ств}} = 100^\circ$, $t_{\text{б/п}} = -50^\circ$, $p_{\text{max}} = 280$ МПа, $\Pi_{\text{изн}} = 0,03$ мм, $\alpha = 6^\circ$, $\delta_0 = 0,10$ мм, $[\sigma] = 250$ МПа, $(\sigma_{\text{в}})_{\text{рб}} = 20$ МПа.

Задача № 3

Определить характеристику убийного действия пули на дальности $X = 50$ м при стрельбе из пистолета пулей $d_{\text{п}} = 6,0$ мм, $q_{\text{п}} = 3,0$ г, $p_{\text{max}} = 200$ МПа, $L = 120$ мм, $h_1 = 8,0$ мм, $a = 43,4 \cdot 10^5$ Н/м², $b = 1,8 \cdot 10^{-5}$ с²/м². Определить дальность прямого выстрела.

Оценить возможность демонтажа пули по вылете из канала ствола и срыва пули с нарезов, если $S_{\text{об}} = 0,45$ мм, $S_{\text{рб}} = 0,15$ мм, $h_2 = 9,0$ мм, $n = 4$, $t_{\text{ств}} = 100^\circ$, $t_{\text{б/п}} = -50^\circ$, $\Pi_{\text{изн}} = 0,02$ мм, $\alpha = 6^\circ$, $\delta_0 = 0,09$ мм, $[\sigma] = 250$ МПа, $(\sigma_{\text{в}})_{\text{рб}} = 18$ МПа.

Задача № 4

Определить предельную убийную дальность при стрельбе из автомата пулей $d_{\text{п}} = 7,5$ мм, $q_{\text{п}} = 7,8$ г, $h_1 = 15,0$ мм, $p_{\text{max}} = 260$ МПа, $L = 300$ мм, $a = 43,3 \cdot 10^5$ Н/м², $b = 1,8 \cdot 10^{-5}$ с²/м². Какую высоту должен иметь трассирующий состав, обеспечивающий трассирование на дальность 1200 м, если $u_{\text{тр}} = 4$ мм/с.

Оценить возможность демонтажа пули по вылете из канала ствола и срыва пули с нарезов, если $S_{\text{об}} = 0,51$ мм, $S_{\text{рб}} = 0,16$ мм, $h_2 = 9,0$ мм, $n = 4$, $t_{\text{ств}} = 100^\circ$, $t_{\text{б/п}} = -60^\circ$, $\Pi_{\text{изн}} = 0,03$ мм, $\alpha = 7^\circ$, $\delta_0 = 0,10$ мм, $[\sigma] = 300$ МПа, $(\sigma_{\text{в}})_{\text{св}} = 20$ МПа.

Задача № 5

Определить характеристику убийного действия пули за деревянным бруствером $S = 0,15$ м на дальности $X = 800$ м при стрельбе из снайперской винтовки $d_{\text{п}} = 7,8$ мм, если скорость пули на дистанции 200 м равна $V_{\text{с}} = 762$ м/с, $q_{\text{п}} = 9,4$ г, $h_1 = 18,2$ мм, $a = 43,3 \cdot 10^5$ Н/м², $b = 1,8 \cdot 10^{-5}$ с²/м². Определить дальность прямого выстрела.

Оценить возможность демонтажа пули по вылете из канала ствола и срыва пули с нарезов, если $S_{\text{об}} = 0,52$ мм, $S_{\text{рб}} = 0,17$ мм, $h_2 = 10$ мм, $n = 4$, $t_{\text{ств}} = 100^\circ$, $t_{\text{б/п}} = -50^\circ$, $p_{\text{max}} = 320$ МПа, $\Pi_{\text{изн}} = 0,04$ мм, $\alpha = 5^\circ$, $\delta_0 = 0,10$ мм, $[\sigma] = 250$ МПа, $(\sigma_{\text{в}})_{\text{св}} = 20$ МПа, $\Delta S = 0,05$ мм.

Задача № 6

Определить возможность пробития брони толщиной $S = 20$ мм на дальности $X = 100$ м при стрельбе из пулемета пулей $d_{\text{п}} = 13,2$ мм, $q_{\text{п}} = 52$ г, $d_{\text{с}} = 11,4$ мм, $q_{\text{с}} = 30$ г, $K = 2500$, $V_0 = 800$ м/с. На какой дальности сгорит половина состава, если предельная дальность трассирования составляет 1200 м.

Оценить возможность демонтажа пули по вылете из канала ствола и срыва пули с нарезов, если $S_{\text{об}} = 0,65^{0,07}$ мм, $S_{\text{рб}} = 0,25$ мм, $h_2 = 18$ мм, $n = 8$, $t_{\text{ств}} = 150^\circ$, $t_{\text{б/п}} = -50^\circ$, $p_{\text{max}} = 300$ МПа, $\Pi_{\text{изн}} = 0,04$ мм, $\alpha = 5^\circ$, $\delta_0 = 0,19$, $[\sigma] = 300$ МПа, $(\sigma_{\text{в}})_{\text{рб}} = 20$ МПа.

Задача № 7

Определить массу бронебойного сердечника, пробивающего броню толщиной $S = 15$ мм на пределе сквозного пробития при стрельбе из пулемета пулей $d_{\text{п}} = 9,0$ мм на дистанции $X = 200$ м, $q_{\text{п}} = 15,2$ г, $L = 700$ мм, $K = 1800$, $S_{\text{об}} = 0,5$ мм, $S_{\text{рб}} = 0,15$ мм, $p_{\text{max}} = 300$ МПа. Определить длину трассирующего состава, обеспечивающего предельную дальность трассирования 1200 м, если $u_{\text{тр}} = 4$ мм/с.

Оценить возможность демонтажа пули по вылете из канала ствола и срыва пули с нарезов, если $h_2 = 11$ мм, $n = 4$, $t_{\text{ств}} = 100^\circ$, $t_{\text{б/п}} = -50^\circ$, $П_{\text{изн}} = 0,04$ мм, $\alpha = 5^\circ$, $\delta_0 = 0,12$ мм, $[\sigma] = 250$ МПа, $(\sigma_{\text{в}})_{\text{рб}} = 20$ МПа, $\Delta S = 0,05$ мм.

Задача № 8

Определить массу бронебойного сердечника, пробивающего броню толщиной $S = 15$ мм на пределе сквозного пробития при стрельбе из пулемета пулей $d_{\text{п}} = 8,8$ мм на дистанции $X = 200$ м, $q_{\text{п}} = 15,2$ г, $L = 700$ мм, $K = 1800$, $S_{\text{об}} = 0,5$ мм, $S_{\text{рб}} = 0,15$ мм, $p_{\text{max}} = 300$ МПа. Определить длину трассирующего состава, обеспечивающего предельную дальность трассирования 1200 м, если $u_{\text{тр}} = 4$ мм/с.

Оценить возможность демонтажа пули по вылете из канала ствола и срыва пули с нарезов, если $h_2 = 11$ мм, $n = 4$, $t_{\text{ств}} = 100^\circ$, $t_{\text{б/п}} = -50^\circ$, $П_{\text{изн}} = 0,04$ мм, $\alpha = 5^\circ$, $\delta_0 = 0,12$ мм, $[\sigma] = 250$ МПа, $(\sigma_{\text{в}})_{\text{рб}} = 20$ МПа, $\Delta S = 0,05$ мм.

Варианты домашнего задания №1 «Эффективность действия пули»

Определить характеристику убойного действия пули:

$d_{\text{п}}=8,1$ мм, $m_{\text{п}}=10$ г, $X=500$ м, $V_0=900$ м/с, $h_1=18$ мм.

Определить скорость пули V_c у цели, находящейся от стрелка на расстоянии $X=1000$ м, если $p_{\text{м}}=300$ МПа, $L_{\text{ств}}=700$ мм, $i=1$, $d_{\text{п}}=7,6$ мм, $m_{\text{п}}=9,6$ г.

Определить возможность сквозного пробития брони $K=2200$ бронебойной пулей на расстоянии $X=250$ м, $d_{\text{п}}=12,6$ мм, $m_{\text{п}}=46,0$ г, $d_c=10,8$ мм, $m_c=29,0$ г $V_0=900$ м/с, $S=15$ мм.

Определить предельную убойную дальность пули при стрельбе из автомата: $d_{\text{п}}=5,5$ мм, $m_{\text{п}}=3,7$ г, $V_0=960$ м/с, $h_1=13$ мм.

Определить скорость пули V_c за преградой - сосновым брусом толщиной $S=15$ мм, $d_{\text{п}}=10,0$ мм, $m_{\text{п}}=15,0$ г, $X=500$ м, $V_0=850$ м/с, $h_1=2$ дп.

Определить длину трассера в пуле БЗТ $d_{\text{п}}=12,8$ мм, $m_{\text{п}}=47,0$ г, обеспечивающей трассирование на дистанции $X=1600$ м при $V_0=1000$ м/с, $i=1,0$, $u=3,5$ м/с.

Пробьет ли кирпичную стену $S=200$ мм пуля, выпущенная из винтовки с расстояния $X=200$ м, если $d_{\text{п}}=7,7$ мм, $m_{\text{п}}=11,2$ г, $V_0=850$ м/с, $h_1=18$ мм?

Поразит ли снайпер из винтовки противника, находящегося на расстоянии $X = 1200$ м, если $d = 7,8$ мм, $q = 11,4$ г, $V_0 = 850$ м/с, $i = 1,0$, $h_1 = 18,2$ мм.

Варианты домашнего задания №2 «Расчет параметров экстракции».

1. Провести расчет на надежность от распатронирования патрона к пушке С-60 (57 мм) со стальной гильзой:

$$P_{\text{извл}} = 6000 \text{ кг}; \quad v_{\text{дос}} = 6 \text{ м/сек}; \quad h_{\text{кн}} = 7,2 \text{ мм}; \quad M_c = 0,29 \text{ кг} \cdot \text{сек}^2 / \text{м}.$$

2. Провести расчет на надежность от распатронирования патрона к пушке ВЯ-23 (23 мм) с латунной гильзой:

$$P_{\text{извл}} = 1250 \text{ кг}; \quad v_{\text{дос}} = 9 \text{ м/сек}; \quad h_{\text{кн}} = 3,2 \text{ мм}; \quad M_c = 0,019 \text{ кг} \cdot \text{сек}^2 / \text{м}.$$

3. Провести расчет динамического торможения патрона для пушки калибром 57 мм

$$P_{\text{извл}} = 6000 \text{ кг}; \quad v_{\text{дос}} = 4,8 \text{ м/сек}; \quad \omega_3 = 1,4 \text{ кг}; \quad M_c = 0,29 \text{ кг} \cdot \text{сек}^2 / \text{м}; \quad M_n = 0,68 \text{ кг} \cdot \text{сек}^2 / \text{м};$$

$$M_k = 1,725 \text{ кг} \cdot \text{сек}^2 / \text{м}$$

Варианты домашнего задания №3 «Прочностные расчеты гильзы на продольный и поперечный разрывы».

1. Определить упругую деформацию узла запираения при стрельбе из 14,5 мм противотанкового пулемета смазанным патроном при $p_{\max}=320\text{МПа}$
2. Определить относительную упругую тангенциальную деформацию патронника при максимальном давлении $p_{\max}=300\text{МПа}$, если отношение наружного диаметра ствола к диаметру патронника 2,5, относительная толщина стенок 0,1, а предел текучести материала гильзы 320 МПа.
3. Определить максимальное давление пороховых газов, при котором обильно смазанная латунная гильза может получить продольную вмятину при выстреле, если ее наружный радиус 13 мм, толщина стенки 1 мм, предел текучести 200 МПа.

Экзаменационные вопросы

1. Основные этапы развития боеприпасов к стрелковому оружию.
2. Разновидности патронов к стрелковому оружию. Вспомогательные патроны.
3. Характеристика автоматных и винтовочных патронов.
4. Характеристика винтовочных патронов.
5. Характеристика крупнокалиберных патронов. Патроны с подкалиберной (стреловидной) пулей.
6. Характеристика бесшумных патронов.
7. Пистолетных и двухпульные патроны.
8. Патроны для подводной стрельбы.
9. Характеристика пуль простого действия. Экспансивные пули. Материалы, применяемые для изготовления элементов пуль.
10. Бронебойные пули. Конструкция и материалы для бронебойных сердечников.
11. Основные положения внутренней баллистики, графические модели процесса выстрела «р-т», «р-л».
12. Траектория полета пули в безвоздушном пространстве в воздухе. Основное баллистическое уравнение.
13. Дальность прямого выстрела.
14. Силы и моменты, действующие на пулю при ее полете в воздухе. Стабилизация пуль.
15. Динамические и баллистические характеристики пуль. Кучность боя патронов.
16. Убойное и проникающее действия пуль и их количественная оценка.
17. Расчет пуль на срыв с нарезов канала ствола.
18. Расчет пуль на демонтаж по вылете из канала ствола.
19. Расчет пули на прочность при движении ее внутри канала ствола. Постановка задачи.
20. Линейные, динамические и баллистические характеристики пули.
21. Определение объема и положения центра объема (массы) пули.
22. Конструкция и назначение трассирующих пуль. Рецепт траассирующих составов. Дальность трассирования.
23. Капсюли-воспламенители. Конструкция и основные требования. Оценка чувствительности.
24. Пороха для патронов стрелкового оружия. Маркировка порохов.
25. Устройство гильз и требования к ним. Классификация гильз.
26. Основные периоды функционирования гильзы при выстреле. Связь с основными периодами выстрела. Геометрическая интерпретация.
27. Характеристика 1-го периода функционирования гильзы при выстреле.
28. Характеристика 2-го периода функционирования гильзы при выстреле.
29. Оболочки. Основные определения и гипотезы.

30. Напряженно-деформированное состояние оболочки без дна, находящейся под действием внутреннего давления.

31. Элементы теории оболочек. Основные определения и гипотезы. Признаки моментных оболочек.

32. Динамические характеристики пуль. Определение крутизны нарезов.

33. Уравнение равновесия моментной оболочки в усилиях.

34. Уравнение равновесия моментной оболочки в перемещениях.

35. Решение уравнения равновесия моментной оболочки в перемещениях. Определение протяженности моментного участка.

36. Основные факторы, влияющие на образование конечного зазора между гильзой и камерой после выстрела.

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Определение конечного зазора Δ_1 между гильзой и камерой после выстрела.

Метод А.Н. Ганичева.

2. Метод М.И. Свердлова для определения конечного зазора. Расчет напряжений.

3. Температурное поле стенок гильзы в процессе выстрела.

4. Расчет температуры стенок гильзы. Численный метод.

5. Определение усилия защемления гильзы в камере после выстрела.

6. Определение параметров экстракции в орудиях со свободным клином при $R_{\text{защ}}=0$.

Постановка задачи.

7. Решение дифференциальных уравнений движения массы гильзы и массы клина в процессе экстракции.

8. Понятие прочности и жесткости гильзы в процессе выстрела и на этапе досылания патрона в патронник.

9. Расчет гильзы на продольный разрыв в процессе выстрела. Постановка задачи.

10. Порядок расчета корпуса гильзы на продольный разрыв.

11. Расчет прочности корпуса гильзы на поперечный разрыв.

12. Порядок расчета корпуса гильзы на поперечный разрыв.

13. Расчет корпуса гильзы на жесткость и надежность от распатронирования в процессе досылания патрона в патронник. Этап разгона.

14. Расчет патрона на возможность распатронирования. Этап торможения.

15. Особенности конструкций боеприпасов к оружию барабанного типа.

Примерные темы курсовых проектов

1. Разработать конструкцию патрона клб.12,7 с пулей бронебойно-зажигательного действия. Вид оружия – крупнокалиберный пулемет ДШК с крутизной нарезов $\eta=26,4$, дальность прямого выстрела $x_d > 900$ м. Импульс отдачи $I > 30$ Н·с. Необходимо обеспечить следующее действие боеприпаса – пробитие брони толщиной $S=22$ мм, $K=2000$ на расстоянии $x=300$ м при угле попадания $\alpha=20^\circ$. Материал гильзы латунь Л70. Материал оболочки пули – томпак.

2. Разработать конструкцию патрона клб.12,7 с пулей бронебойно-зажигательного действия. Вид оружия – снайперская винтовка с крутизной нарезов $\eta=31,4$, дальность прямого выстрела $x_d > 920$ м. Импульс отдачи $I > 30$ Н·с. Необходимо обеспечить следующее действие боеприпаса – пробитие брони толщиной $S=25$ мм, $K=2000$ на расстоянии $x=310$ м при угле попадания $\alpha=20^\circ$. Материал гильзы сталь 18ЮА. Материал оболочки пули – томпак.

3. Разработать конструкцию патрона клб.12,7 с пулей бронебойно-зажигательного действия. Вид оружия – снайперская винтовка с крутизной нарезов $\eta=31,7$, дальность прямого выстрела $x_d > 920$ м. Импульс отдачи $I > 30$ Н·с. Необходимо обеспечить следующее действие боеприпаса – пробитие брони толщиной $S=27$ мм, $K=2000$ на расстоянии $x=310$ м при угле попадания $\alpha=0^\circ$. Материал гильзы латунь Л70. Материал оболочки пули – томпак.

4. Разработать конструкцию патрона клб.12,7 с пулей трассирующего действия. Вид оружия – крупнокалиберный пулемет ДШК $\eta=32,6$, дальность прямого выстрела $x_d > 950$ м. Импульс отдачи $I > 30$ Н·с. Необходимо обеспечить дальность трассирования, равную 1300 м, а

также пробить броню толщиной 0,8м на расстоянии 800м. Материал гильзы сталь 18ЮА. Материал оболочки пули –биметалл - 3.

5. Разработать конструкцию патрона калибра 14,5 мм с пулей бронебойно-зажигательного действия. Крутизна нарезов канала ствола $\eta=26,3$, дальность прямого выстрела $x_d > 1000$ м. Импульс отдачи $I > 70$ Н·с. Необходимо обеспечить следующее действие боеприпаса – пробитие брони толщиной $S=27$ мм, $K=2000$ на расстоянии $x=330$ м при угле попадания $\alpha=10^\circ$. Материал гильзы сталь 18ЮА. Материал оболочки пули – томпак.

6. Разработать конструкцию патрона калибра 13 мм с пулей бронебойно-зажигательного действия. Крутизна нарезов канала ствола $\eta=27,1$, дальность прямого выстрела $x_d > 1000$ м. Импульс отдачи $I > 60$ Н·с. Необходимо обеспечить следующее действие боеприпаса – пробитие брони толщиной $S=22$ мм, $K=2000$ на расстоянии $x=300$ м при угле попадания $\alpha=20^\circ$. Материал гильзы сталь 18ЮА. Материал оболочки пули –биметалл - 3.

7. Разработать конструкцию охотничьего патрона калибра 6 мм с пулей обыкновенного действия. Крутизна нарезов канала ствола $\eta=25,8$, дальность прямого выстрела $x_d > 320$ м. Импульс отдачи $I > 6$ Н·с. Необходимо обеспечить следующее действие боеприпаса – пробитие песчаной преграды толщиной $S=0,2$ м на расстоянии $x=300$ м. Материал гильзы сталь 18ЮА. Материал оболочки пули –томпак.

Критерии оценивания

Контрольная работа.

Оценка «отлично» выставляется, если студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.

Оценка «хорошо», если студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.

Оценка «удовлетворительно», если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает текст произведения, допускает искажение фактов.

Оценка «неудовлетворительно», если студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы.

Домашние задания.

Домашнее задание предполагает решение задач.

Домашнее задание считается «зачтенным», если в нем присутствуют:

- верный ход решения задачи;
- верный ответ и расчеты;
- технически грамотное выполнение.

Экзамен

• Оценка «отлично». Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых понятий и терминов дисциплины. Соблюдаются нормы литературной речи.

• Оценка «хорошо». Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые понятия и термины используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.

• Оценка «удовлетворительно». Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых понятиях и терминах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.

- Оценка «неудовлетворительно». Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

Дифференцированный зачет

- правильные полные и четкие ответы на все вопросы преподавателя, и технически грамотном представлении, требуемого для пояснения, иллюстрированного материала в виде эскизов пуль, механических и кинематических схем для построения методик расчета – «отлично»;

- правильные, но недостаточно полные и четкие ответы на поставленные преподавателем вопросы, при технически грамотном представлении графического иллюстрированного материала в виде эскизов пуль, механических и кинематических схем для построения методик расчета – «хорошо»;

- правильные ответы на большую часть поставленных вопросов при недостаточном полном их освещении при достаточном технически грамотном оформлении требуемого иллюстрированного материала в виде эскизов пуль, механических и кинематических схем для построения методик расчета – «удовлетворительно»;

- неправильные и неполные ответы на все поставленные преподавателем вопросы при технически неграмотном изложении требуемого иллюстрированного материала в виде эскизов пуль, механических и кинематических схем для построения методик расчета – «неудовлетворительно».

Курсовой проект

Защита курсового проекта является обязательной и проводится публично (аудиторно) в присутствии других студентов группы с использованием мультимедийных технологий. На защите могут присутствовать преподаватели кафедры.

- При защите курсового проекта студент должен отразить актуальность, цель, задачи, рассказать о том, какие конструкторские и проектные расчеты выполнены, завершить доклад своими выводами и предложениями.

Защита курсового проекта предусматривает:

- доклад студента (5-10 минут);
- вопросы преподавателя и ответы студента.

Критерии оценивания:

Курсовой проект оценивается по пятибалльной системе.

Оценка «отлично» ставится, если:

- курсовой проект выполнена в полном объеме и соответствует заданию;
- пояснительная записка составлена аккуратно, последовательно с учетом требований стандартов по составлению текстовых документов;
- практическая часть курсового проекта выполнена в полном объеме;
- выполнение курсового проекта проходило в полном соответствии с графиком курсового проектирования;

Оценка «хорошо» допускает:

- некоторые отступления от графика выполнения курсового проектирования;
- существование незначительных погрешностей в оформлении пояснительной записки и программы (практической части курсового проекта).

Оценка «удовлетворительно» допускает:

- существование ошибок, неточностей и непоследовательности при составлении пояснительной записки;
- значительные отступления от требований ЕСКД при выполнении графической части работы;
- значительное отступление от сроков выполнения курсового проекта;
- недостаточно грамотную защиту.

СПРАВКА

о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы

1. Наименование дисциплины: **«Проектирование выстрелов».**
2. Кафедра: Е4 «Высокоэнергетические устройства автоматических систем».
3. Перечень основной учебной литературы:

3.1. **Данилин, Геннадий Александрович.** Основы проектирования патронов к стрелковому оружию [Текст] : учебник [для вузов] / Г. А. Данилин, В. П. Огородников, А. Б. Заволокин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб. : [б. и.], 2017. - 368 с. : схемы, граф., табл. - Библиогр.: с. 331. - Прил.: с. 332-368. - ISBN 978-5-906920-12-6 (18 экз.).

3.2. **Данилин, Геннадий Александрович.** Основы проектирования патронов к стрелковому оружию [Электронный ресурс] : учебник [для вузов] / Г. А. Данилин, В. П. Огородников, А. Б. Заволокин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - 3-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 1 эл. жестк. диск : схемы, граф., табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr03157.pdf. - Библиогр.: с. 331. - Прил.: с. 332-368. - ISBN 978-5-906920-12-6.

3.3. **Чурбанов, Евгений Васильевич.** Краткий курс баллистики [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. В. Чурбанов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Изд. 2-е, испр. - СПб. : [б. и.], 2006. - 291 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 286-287. - ISBN 5-85546-222-6 (215 экз.).

3.4. **Чурбанов, Евгений Васильевич.** Краткий курс баллистики [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Е. В. Чурбанов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Изд. 2-е, испр. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2006. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01359.pdf. - Библиогр.: с. 286-287. - ISBN 5-85546-222-6

3.5. **Разработка конструкции патрона** [Текст] : методические указания к выполнению курсового проекта [для вузов] / БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова ; сост.: Г. А. Данилин, Е. В. Затеруха. - Изд. 2-е, испр. и доп. - СПб. : [б. и.], 2017. - 58 с. : граф., черт., табл. - Библиогр.: с. 49-50. - Прил.: с. 51-57. (36 экз.).

3.6. **Разработка конструкции патрона** [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению курсового проекта [для вузов] / БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова ; сост.: Г. А. Данилин, Е. В. Затеруха. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 1 эл. жестк. диск : граф., черт., табл. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr02614.pdf. - Библиогр.: с. 49-50. - Прил.: с. 51-57.

4. Перечень дополнительной литературы:

4.1. **Данилин, Геннадий Александрович.** Основы проектирования патронов к стрелковому оружию [Текст] : учебник для вузов / Г. А. Данилин, В. П. Огородников, А. Б. Заволокин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - 2-е изд., испр. - СПб. : [б. и.], 2010. - 368

с. : схемы, граф., табл. - Библиогр.: с. 331. - Приложение: с. 332-368. - ISBN 978-5-85546-573-0 (101 экз.).

4.2. **Справочник по технологии** патронного производства [Текст] : в 2 т. Т. 1 / Н. П. Агеев [и др.] ; ред.: Н. П. Агеев, В. И. Зиновкин, Н. М. Масляев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2011. - 641 с. : граф., схемы, табл., фото. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр. в конце глав. - Основ. термины и опред.: с. 11-14. - Основ. усл. обознач. и сокращ.: с. 14-16. - ISBN 978-5-85546-582-2 (10 экз.).

4.3. **Справочник по технологии** патронного производства [Электронный ресурс] : в 2 т. Т. 1 / Н. П. Агеев [и др.] ; ред.: Н. П. Агеев, В. И. Зиновкин, Н. М. Масляев ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2011. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл., фото. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01657.pdf. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр. в конце глав. - Оsn. термины и опред.: с. 11-14. - Оsn. усл. обознач. и сокращ.: с. 14-16. - ISBN 978-5-85546-582-2.

4.4. **Проектно-технологическое обеспечение надёжности** функционирования патронов стрелкового оружия [Текст] / Г. А. Данилин [и др.] ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - АВТ. РЕД. - СПб. : [б. и.], 2017. - 493 с. : граф., схемы, фот., черт. - Библиогр.: с. 484-490. - Список сокращ. и аббр.: с. 3-7. - ISBN 978-5-906920-17-1. 2 экз.

4.5. **Проектно-технологическое обеспечение надёжности** функционирования патронов стрелкового оружия [Электронный ресурс] / Г. А. Данилин [и др.] ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - АВТ. РЕД. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2017. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, фот., черт. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr03135.pdf. - Библиогр.: с. 484-490. - Список сокращ. и аббр.: с. 3-7. - ISBN 978-5-906920-17-1.

Директор библиотеки



(Н.В.Сесина)

Дата

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ, ВНОСИМЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ
НА 202_/202_ УЧЕБНЫЙ ГОД

В рабочую программу внесены следующие изменения:

Все изменения рабочей программы рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика Е4 «__»_____202_г.

Заведующий кафедрой _____/_____/