

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись) Суслин А. В.  
ФИО

« 31 » 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ БАЛЛИСТИКИ И АЭРОДИНАМИКИ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Патроны и гильзы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
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	
3	6	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	диф. зач.
4	7	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	136	68	0	68	80	0	0	80	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

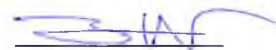
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**17.05.01 Боеприпасы и взрыватели**

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ  
Знаменский Евгений Александрович, к.т.н., доцент



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

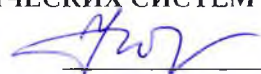
Заведующий кафедрой Кэрт Б.Э., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ОСНОВЫ БАЛЛИСТИКИ И АЭРОДИНАМИКИ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ**

### **Разделы рабочей программы**

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

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

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

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-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

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-10**

*знания:*

физико – механические принципы составления математических моделей движения пуль по траектории, приближенно–аналитические и численные методы расчета баллистических элементов движения пуль, включая необходимые численные методы интегрирования систем дифференциальных уравнений движения, методы расчета траекторий пуль, расчета аэродинамических характеристик вращающихся и оперенных снарядов, прогнозирования кучности и точности стрельбы, траекторных измерений;

методы расчета аэродинамических характеристик пуль;

методы решения баллистических задач;

программное обеспечение решения задач аэродинамики и внешней баллистики пуль и внутренней баллистики стрелкового оружия.

основные системы координат, используемые для описания движения пуль;

основные законы механики и аэродинамики, положенные в основу изучаемых методов аэродинамики, внешней и внутренней баллистики;

силы и моменты, действующие на пулю при движении в стволе и на траектории;

условия, обеспечивающие устойчивость правильность движения пуль по траектории;

основы внутренней баллистики стрелкового оружия.;

*умения:*

строить физические и математические модели обтекания пуль;

пользоваться справочными материалами и пакетами прикладных программ при проведении расчетов;

получать исходную информацию для проектирования патронов стрелкового оружия на основе анализа решений задач внешней и внутренней баллистики;

определять на основе построенных моделей аэродинамические характеристики пуль;

разрабатывать математические модели, алгоритмы и программы расчетов характеристик движения пуль;

формировать требования к конструкции стрелкового оружия, обеспечивающие устойчивость и правильность движения пули по траектории;

решать задачи внутренней баллистики стрелкового оружия.;

*навыки:*

использование полученных знаний по аэродинамике, внешней и внутренней баллистике в своей профессиональной деятельности;

производить численное решение задач аэродинамики и внешней баллистики боеприпасов и внутренней баллистики стрелкового оружия;

использовать типовое программное обеспечение решения этих задач;

владеть методами получения рациональных баллистических решений стрелкового оружия с точки зрения обеспечения требуемых значений основных проектных параметров..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ БАЛЛИСТИКИ И АЭРОДИНАМИКИ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, УСТРОЙСТВО БОЕПРИПАСОВ, ВЗРЫВАТЕЛЕЙ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДЕЙСТВИЕМ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ, ФИЗИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСТРЕЛОВ, ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЛЛИСТИКА И ПОЛИГОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен понимать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве
- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ОПК-7 — Способен анализировать текущее состояние и тенденции развития оружия и систем вооружения
- УК-6 — Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-10
3	6	<b>Раздел 1. Предмет и метод внешней баллистики. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.</b> 1.1. Предмет, задачи и структура курса внешней баллистики. Основные понятия и обозначения. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. 1.2. Решение задач динамики точки в системе отсчета, связанной с Землей. Ускорение Кориолиса, сила земного притяжения, сила тяжести. 1.3. Стандарты атмосферы в баллистике. Нормальная артиллерийская атмосфера. Распределение плотности и температуры по высоте. Стандартная атмосфера СА-81. 1.4. Физические основы сопротивления воздуха движению снаряда. Вязкость и сжимаемость. 1.5. Обтекание тела стационарным потоком вязкой жидкости (газа). Пограничный слой. Число Рейнольдса. Ламинарный и турбулентный режимы течения. Отрыв пограничного слоя. Вихревое сопротивление, сопротивление трения. 1.6. Влияние сжимаемости воздуха на аэродинамическое сопротивление. 1.7. Ударные волны. Изменение параметров потока при прохождении прямого и косого скачка уплотнения. Волновое сопротивление. Присоединенная и отошедшая головная ударная волна. Оптимальная форма пули.	18	12	6	6	6	10
3	6	<b>Раздел 2. Прикладная внешняя баллистика.</b> 2.1. Стартовая Земная система координат. Общая задача пространственного движения снаряда в атмосфере. Главный вектор и главный момент сил аэродинамического сопротивления. Основная задача внешней баллистики (ОЗВБ). Основные допущения. 2.2. Лобовое сопротивление артиллерийского снаряда. Коэффициент лобового сопротивления. Коэффициент формы. Баллистический коэффициент. 2.3. Системы уравнений ОЗВБ с аргументом t. Численные методы решения ОЗВБ. 2.4. Основная задача внешней баллистики для оперенного снаряда.	18	8	4	4	10	20
3	6	<b>Раздел 3. Вращательное движение правильно движущегося артиллерийского снаряда.</b> 3.1. Общие понятия об устойчивости движения и стабилизации ракет и снарядов. Стабилизация вращением и стабилизация оперением. Гироскопическая устойчивость и правильность движения снаряда по траектории. Условие гироскопической устойчивости снаряда. 3.2. Вращательное (колебательное) движение оперенного снаряда относительно центра масс. Устойчивость движения оперенного снаряда. 3.3. Коэффициент гироскопической устойчивости. Гироскопическая устойчивость и правильность полета снаряда на начальном участке траектории. Техническое условие гироскопической устойчивости. Определение длины хода нарезов из условия правильности движения на начальном участке траектории. 3.4. Вращательное движение послушного артиллерийского снаряда под действием одного опрокидывающего момента. Псевдоос. Быстрое и медленное конические движения. Динамическая ось снаряда, изменение ее положения при движении по траектории. 3.5. Динамический угол. Гироскопическая устойчивость и правильность полета снаряда на криволинейном участке и на всей траектории. Достаточное условие правильности полета в вершине траектории. Движение центра масс послушного снаряда под действием нормальной составляющей силы сопротивления воздуха. Дерирация. 3.6. Рассеивание траекторий пуль.	72	48	24	24	24	20
<b>Всего за 6 семестр</b>			108	68	34	34	40	50
4	7	<b>Раздел 4. Общие сведения о явлении выстрела.</b> 4.1. Предмет баллистики. Содержание внутренней баллистики. Периоды выстрела. Общие сведения о порохам. Механизм горения пороха. Линейная скорость горения пороха. 4.2. Геометрический и физический законы горения пороха. Относительная величина сгоревшего свода и площадь поверхности горения. 4.3. Основное уравнение пиростатики. Испытания порохов в манометрической бомбе.	36	20	10	10	16	20
4	7	<b>Раздел 5. Движение снаряда в канале ствола.</b> 5.1. Основное уравнение пиродинамики. Баллистическое давление и давление на дно снаряда. Распределение скоростей и давлений по заснарядному пространству. 5.2. Уравнение поступательного движения. Уравнение вращательного движения. Нормальная реакция боевой грани нарез. Коэффициент фиктивности. 5.3. Врезание пули в нарезы канала ствола. Усилие распатронирования. Давление форсирования.	44	28	14	14	16	20
4	7	<b>Раздел 6. Рассеивание характеристик выстрела. Баллистическое проектирование.</b> 6.1. Причины рассеивания пиродинамических элементов. Способы обеспечения заданного рассеивания начальных скоростей пуль и углов вылета. 6.2. Понятие о баллистическом проектировании. Критерии оптимальности баллистических решений. 6.3. Влияние баллистических параметров на работу гильзы при выстреле. Живучесть стволов стрелкового оружия.	28	20	10	10	8	10
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	68	34	34	40	50
<b>Всего по дисциплине</b>			216	136	68	68	80	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Предмет и метод внешней баллистики. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.	Земля и ее атмосфера	2
2		Аэродинамические характеристики	4

3	Раздел 2. Прикладная внешняя баллистика.	Решение ОЗВБ	2
4		Аналитические методы решения частных задач внешней баллистики	2
5	Раздел 3. Вращательное движение правильно движущегося артиллерийского снаряда.	Расчет коэффициента гироскопической устойчивости пули и его изменения вдоль траектории	6
6		Расчет деривации	10
7		Моделирование технического рассеивания пуль	8
Всего за 6 семестр			34
8	Раздел 4. Общие сведения о явлении выстрела.	Расчет характеристик порохов	4
9		Обработка результатов испытаний в манометрической бомбе	6
10	Раздел 5. Движение снаряда в канале ствола.	Расчет усилия распатронирования и давления форсирования.	6
11		Решение основной задачи внутренней баллистики	8
12	Раздел 6. Рассеивание характеристик выстрела. Баллистическое проектирование.	Моделирование рассеивания начальных скоростей и давлений при стрельбе из стрелкового оружия	8
13		Расчет критериев оптимальности баллистического решения	2
Всего за 7 семестр			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Предмет и метод внешней баллистики. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 1.1.-1.7 по рекомендуемой литературе.	2
2		Выполнение раздела расчетно-графической работы.	4
3	Раздел 2. Прикладная внешняя баллистика.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 2.1.-2.4 по рекомендуемой литературе.	4
4		Выполнение раздела расчетно-графической работы.	6
5	Раздел 3. Вращательное движение правильно движущегося артиллерийского снаряда.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 3.1.-3.6 по рекомендуемой литературе.	18
6		Выполнение раздела расчетно-графической работы.	6
Всего за 6 семестр			40
7	Раздел 4. Общие сведения о явлении выстрела.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 4.1.-4.3 по рекомендуемой литературе.	10
8		Выполнение раздела расчетно-графической работы.	6
9	Раздел 5. Движение снаряда в канале ствола.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.1.-5.3 по рекомендуемой литературе.	10
10		Выполнение раздела расчетно-графической работы.	6
11	Раздел 6. Рассеивание характеристик выстрела. Баллистическое проектирование.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 6.1.-6.3 по рекомендуемой литературе.	4
12		Выполнение раздела расчетно-графической работы.	4

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6					КПос	ДР			РГР, КПос	ДР					КПос	ДР	РГР, Вопр.Диф.Зач, диф. зач.
7					КПос	ДР			РГР, КПос	ДР					КПос	ДР	РГР, Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- РГР – расчетно-графическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- контроль посещаемости;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Б. Э. Кэрт ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Математическое моделирование динамики газожидкостных тепломеханических систем ракетно-артиллерийской техники. Ч. I Внутренняя баллистика многополостных пиромеханизмов. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
2. В. Ф. Захаренков. . Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
3. Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 225 экз.
4. Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
5. Е. В. Чурбанов. . Внутренняя баллистика периода форсирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997, 48 экз.
6. Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
7. Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 100 экз.
8. М. Е. Серебряков. . Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. М.: Оборонгиз, 1962, 10 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 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. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=443](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=443) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <https://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <https://ura.it.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. 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 **ОСНОВЫ БАЛЛИСТИКИ И АЭРОДИНАМИКИ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
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.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с аэродинамикой пуль стрелькового оружия, внутренней и внешней баллистикой. Наибольшее внимание уделено вопросам формирования случайных начальных условий вылета пуль, а также их устойчивого движения на траектории.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- контроль посещаемости;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**80 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 80 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. Предмет и метод внешней баллистики. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 1.1.-1.7 по рекомендуемой литературе.	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ч.1 1, 2) Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1)	2
Выполнение раздела расчетно-графической работы.		4
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Прикладная внешняя баллистика.		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 2.1.-2.4 по рекомендуемой литературе.	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ч.1: 4, 5) Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (2)	4
Выполнение раздела расчетно-графической работы.		6
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Вращательное движение правильно движущегося артиллерийского снаряда.		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 3.1.-3.6 по рекомендуемой литературе.	Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (3) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ч.1: 10-13)	18
Выполнение раздела расчетно-графической работы.		6
Итого по разделу 3		24
Раздел 4. Общие сведения о явлении выстрела.		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 4.1.-4.3 по	М. Е. Серебряков. . Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет: М.: Оборонгиз, 1962 (1, 3) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ч.:2 1-4) Б. Э. Кэрт ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова.	10

рекомендуемой литературе.	Математическое моделирование динамики газожидкостных тепломеханических систем ракетно-артиллерийской техники. Ч. I	
Выполнение раздела расчетно-графической работы.	Внутренняя баллистика многополостных пиромеханизмов: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1)	6
Итого по разделу 4		16
<b>Раздел 5. Движение снаряда в канале ствола.</b>		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.1.-5.3 по рекомендуемой литературе.	М. Е. Серебряков. . Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет: М.: Оборонгиз, 1962 (5) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ч.2: 5, 6, 10, 11)	10
Выполнение раздела расчетно-графической работы.	Е. В. Чурбанов. . Внутренняя баллистика периода форсирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (1, 2, 5)	6
Итого по разделу 5		16
<b>Раздел 6. Рассеивание характеристик выстрела. Баллистическое проектирование.</b>		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 6.1.-6.3 по рекомендуемой литературе.	М. Е. Серебряков. . Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет: М.: Оборонгиз, 1962 (10) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (14, 15)	4
Выполнение раздела расчетно-графической работы.	В. Ф. Захаренков. . Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2)	4
Итого по разделу 6		8

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к дифференцированному зачету;
- расчетно-графическая работа;
- контроль посещаемости;
- дифференцированный зачет;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

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

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Промежуточный контроль по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета, который при оформляется по факту защиты расчетно-графической работы.

Примерный перечень вопросов, задаваемых при защите расчетно-графической работы, представлен в УМК дисциплины.

#### Расчетно-графическая работа

Правильность расчетов; соответствие оформления, предъявляемым требованиям; корректность выводов; способность дать развернутый комментарий по полученным результатам.

Расчетно-графическая 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.

#### Контроль посещаемости

Контроль посещаемости служит дополнительной формой контроля при текущей и рубежной аттестации. Допускается пропуск не более одного занятия без уважительной причины за период аттестации. При пропуске лекционного занятия студент должен представить его конспект, составленный по рекомендуемой литературе.

#### Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Дифференцированный зачет оценивается оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не зачтено».

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

—оценки «отлично» по итогам защиты расчетно-графической работы заслуживает студент, выполнивший график контрольных мероприятий (имеющий три положительные аттестации и защитивший расчетно-графическую работу), обнаруживший при ответах на вопросы всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, выполнивший расчетно-графическую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку оформленную в соответствии с действующими требованиями;

—оценки «хорошо» по итогам защиты расчетно-графической работы заслуживает студент, выполнивший график контрольных мероприятий (имеющий три положительные аттестации и защитивший расчетно-графическую работу), обнаруживший полное знание учебно-программного материала, выполнивший

расчетно-графическую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку содержащую незначительные отступления от действующих требований и погрешности оформления;

—оценки «удовлетворительно» по итогам расчетно-графической работы заслуживает студент, выполнивший график контрольных мероприятий (имеющий три положительные аттестации и защитивший расчетно-графическую работу), обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, выполнивший расчетно-графическую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку содержащую серьезные отступления от действующих требований и существенные погрешности оформления;

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

### **Дифференцированный зачет**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Дифференцированный зачет оценивается оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не зачтено».

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

—оценки «отлично» по итогам защиты расчетно-графической работы заслуживает студент, выполнивший график контрольных мероприятий (имеющий три положительные аттестации и защитивший расчетно-графическую работу), обнаруживший при ответах на вопросы всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, выполнивший расчетно-графическую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку оформленную в соответствии с действующими требованиями;

—оценки «хорошо» по итогам защиты расчетно-графической работы заслуживает студент, выполнивший график контрольных мероприятий (имеющий три положительные аттестации и защитивший расчетно-графическую работу), обнаруживший полное знание учебно-программного материала, выполнивший расчетно-графическую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку содержащую незначительные отступления от действующих требований и погрешности оформления;

—оценки «удовлетворительно» по итогам расчетно-графической работы заслуживает студент, выполнивший график контрольных мероприятий (имеющий три положительные аттестации и защитивший расчетно-графическую работу), обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, выполнивший расчетно-графическую работу без ошибок и в полном объеме, представивший пояснительную записку содержащую серьезные отступления от действующих требований и существенные погрешности оформления;

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

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-10		
3	6	Раздел 1. Предмет и метод внешней баллистики. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.	18	12	6	6	6	10		Расчетно-графическая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 2. Прикладная внешняя баллистика.	18	8	4	4	10	20		Расчетно-графическая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 3. Вращательное движение правильно движущегося артиллерийского снаряда.	72	48	24	24	24	20		Расчетно-графическая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	50		
4	7	Раздел 4. Общие сведения о явлении выстрела.	36	20	10	10	16	20		Расчетно-графическая работа, Вопросы к дифференцированному зачету, Контроль посещаемости
4	7	Раздел 5. Движение снаряда в канале ствола.	44	28	14	14	16	20		Расчетно-графическая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
4	7	Раздел 6. Рассеивание характеристик выстрела. Баллистическое проектирование.	28	20	10	10	8	10		Расчетно-графическая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 7 семестр			108	68	34	34	40	50		
Всего по дисциплине			216	136	68	68	80	100		