

**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  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ БАЛЛИСТИКИ И АЭРОДИНАМИКИ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Технология производства, снаряжения и испытаний боеприпасов
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е3 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.

*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: 2024

Программу составил:

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

**Е2 ТЕХНОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Иванов К.М., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **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

ОПК-12 — способность качественно и количественно оценивать результаты, математически формулировать постановку задачи и результаты ее решения применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения

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;.

## **ОПК-12**

*знания:*

основные факторы, определяющие результаты математического моделирования применительно к решению задач внутренней и внешней баллистики;

источники ошибок и погрешностей численного моделирования;

требования к методам решения;

приемы верификации и валидации полученных результатов;.

*умения:*

применять на полученные знания для решения прикладных задач баллистики;

формулировать физико-математические модели для прямых и обратных задач баллистики;

проводить верификацию и валидацию результатов численного моделирования баллистических процессов;.

*навыки:*

формулирует математическую постановку задач применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения;  
анализирует количественно и качественно результаты решения поставленных задач в профессиональной сфере..

## 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, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В МЕХАНИКЕ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-10	ОПК-12
3	6	<b>Раздел 1. Общие сведения о явлении выстрела.</b> 1.1.Предмет баллистики. Содержание внутренней баллистики. Периоды выстрела. Механизм горения пороха. Линейная скорость горения пороха. 1.2. Геометрический закон горения пороха. Относительная величина сгоревшего свода и площадь поверхности горения. Баллистическое давление и давление на дно снаряда.	16	8	4	4	8	20	20
3	6	<b>Раздел 2. Движение снаряда в канале ствола.</b> 2.1.Уравнение поступательного движения. Уравнение вращательного движения. Нормальная реакция боевой грани нареза. 2.2. Коэффициент фиктивности. Переносное ускорение элемента снаряда или взрывателя и силы инерции, действующие на элемент снаряда (взрывателя). Влияние динамической и статической неуравновешенности снаряда на перегрузки. 2.3. Особенности внутренней баллистики ракетных двигателей на твердом топливе.	14	8	4	4	6	20	20
3	6	<b>Раздел 3. Предмет и метод внешней баллистики. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.</b> 3.1. Предмет, задачи и структура курса внешней баллистики. Основные понятия и обозначения. Инерциальные и неинерциальные, гелиоцентрическая и геоцентрическая системы отсчета. 3.2. Решение задач динамики точки в системе отсчета, связанной с Землей. Ускорение Кориолиса, сила земного притяжения, сила тяжести. 3.3. Учет зависимости ускорения силы тяжести от широты и высоты, влияние изменения направления силы тяжести на полет снаряда. 3.4. Стандарты атмосферы в баллистике. Нормальная артиллерийская атмосфера. Условие вертикального равновесия. 3.5. Распределение плотности и температуры по высоте. Стандартная атмосфера СА81. 3.6. Физические основы сопротивления воздуха движению снаряда. Вязкость и сжимаемость. 3.7. Обтекание тела стационарным потоком вязкой жидкости (газа). Пограничный слой. Число Рейнольдса. Ламинарный и турбулентный режимы течения. Отрыв пограничного слоя. Вихревое сопротивление, сопротивление трения. 3.8. Влияние сжимаемости воздуха на аэродинамическое сопротивление. 3.9. Ударные волны. Изменение параметров потока при прохождении прямого и косоого скачка уплотнения. Волновое сопротивление. Присоединенная и отошедшая головная ударная волна. Оптимальная форма снаряда.	30	20	10	10	10	20	20
3	6	<b>Раздел 4. Прикладная внешняя баллистика артиллерийского снаряда.</b> 4.1. 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. 4.2. Лобовое сопротивление артиллерийского снаряда. Коэффициент лобового сопротивления. Коэффициент формы. Баллистический коэффициент. 4.3. Системы уравнений ОЗВБ с аргументом t. Численные методы решения ОЗВБ. 4.4. Основная задача внешней баллистики для оперенного снаряда.	24	16	8	8	8	20	20
3	6	<b>Раздел 5. Вращательное движение правильно движущегося (послушного) артиллерийского снаряда.</b> 5.1. 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. 5.2. Вращательное (колебательное) движение оперенного снаряда относительно центра масс. Устойчивость движения оперенного снаряда. 5.3. Коэффициент гироскопической устойчивости. Гироскопическая устойчивость и правильность полета снаряда на начальном участке траектории. Техническое условие гироскопической устойчивости. Определение длины хода нарезав из условия правильности движения на начальном участке траектории. 5.4. Вращательное движение послушного артиллерийского снаряда под действием одного опрокидывающего момента. Псевдоось. Быстрое и медленное конические движения. Динамическая ось снаряда, изменение ее положения при движении по траектории. 5.5. 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. Дериация.	24	16	8	8	8	20	20
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	100	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие сведения о явлении выстрела.	Законы горения и образования пороховых газов	4
2	Раздел 2. Движение снаряда в канале ствола.	Переносное ускорение элемента снаряда или взрывателя и силы	4

		инерции, действующие на элемент.	
3	Раздел 3. Предмет и метод внешней баллистики. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.	Геофизические силы, действующие на снаряд.	4
4		Расчет аэродинамических характеристик.	6
5	Раздел 4. Прикладная внешняя баллистика артиллерийского снаряда.	Решение основной задачи внешней баллистики.	8
6	Раздел 5. Вращательное движение правильно движущегося (послушного) артиллерийского снаряда.	Вращательное движение артиллерийского снаряда.	8
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения о явлении выстрела.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 1.1.-1.2. по рекомендуемой литературе.	8
2	Раздел 2. Движение снаряда в канале ствола.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 2.1.-2.3. по рекомендуемой литературе.	4
3		Оформление раздела расчетно-графической работы.	2
4	Раздел 3. Предмет и метод внешней баллистики. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 3.1.-3.9. по рекомендуемой литературе.	8
5		Оформление раздела расчетно-графической работы.	2
6	Раздел 4. Прикладная внешняя баллистика артиллерийского снаряда.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 4.1.-4.9. по рекомендуемой литературе.	8
7	Раздел 5. Вращательное движение правильно движущегося (послушного) артиллерийского снаряда.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.1.-5.5. по рекомендуемой литературе.	4
8		Оформление раздела расчетно-графической работы.	4
Всего за 6 семестр			40

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Условные обозначения:

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

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:



- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Дмитриевский, Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика. М.: Машиностроение, 2005, 99 экз.
2. 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, 40 экз.
3. В. Ф. Захаренков, М. Ю. Карловский. . Внутренняя баллистика систем высокоскоростного метания нетрадиционного исполнения. СПб.: Инфо-Да, 2017, 27 экз.
4. Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
5. Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 225 экз.
6. Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, 100 экз.
7. Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
8. Н. В. Могильников, В. В. Горбунов, Л. Ф. Левицкий. . Движение снаряда в стволе и на траектории. Тула: Тул. гос. ун-т, 2007, 70 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. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. [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.

### 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;

ОПК-12 способность качественно и количественно оценивать результаты, математически формулировать постановку задачи и результаты ее решения применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с движением снаряда в канале ствола и на траектории. Особое внимание уделяется вопросам действия сил на детали взрывателей.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Общие сведения о явлении выстрела.</b>		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 1.1.-1.2. по рекомендуемой литературе.	В. Ф. Захаренков, М. Ю. Карловский. . Внутренняя баллистика систем высокоскоростного метания нетрадиционного исполнения: СПб.: Инфо-Да, 2017 (1) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ч.2 1-7) 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 (1.1-1.2)	8
Итого по разделу 1		8
<b>Раздел 2. Движение снаряда в канале ствола.</b>		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 2.1.-2.3. по рекомендуемой литературе.	Н. В. Могильников, В. В. Горбунов, Л. Ф. Левицкий. . Движение снаряда в стволе и на траектории: Тула: Тул. гос. ун-т, 2007 (2, 4) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ч.2 8-12, 18, 19) 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 (2)	4
Оформление раздела расчетно-графической работы.		2
Итого по разделу 2		6
<b>Раздел 3. Предмет и метод внешней баллистики. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.</b>		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 3.1.-3.9. по рекомендуемой литературе.	Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1) А. А. Дмитриевский, Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Машиностроение, 2005 (1) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1-4)	8
Оформление раздела расчетно-графической работы.		2
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Прикладная внешняя баллистика артиллерийского снаряда.</b>		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 4.1.-4.9. по	Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (2) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (5-6)	8

рекомендуемой литературе.		
Итого по разделу 4		8
Раздел 5. Вращательное движение правильно движущегося (послушного) артиллерийского снаряда.		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 5.1.-5.5. по рекомендуемой литературе.	Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (2) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (10-13)	4
Оформление раздела расчетно-графической работы.		4
Итого по разделу 5		8

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

#### Контроль посещаемости

Допускается пропуск не более одного занятия за период между аттестациями. При пропуске лекционного занятия необходимо представить конспект по пропущенным темам.

#### 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, логичность выводов, соответствие оформления работы, предъявляемым требованиям. Способность прокомментировать полученные результаты.

#### Дифференцированный зачет

В шестом семестре промежуточный контроль проходит в форме дифференцированного зачёта по билетам, содержащим 2 вопроса.

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	ОПК-12	
3	6	Раздел 1. Общие сведения о явлении выстрела.	16	8	4	4	8	20	20	Контроль посещаемости, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 2. Движение снаряда в канале ствола.	14	8	4	4	6	20	20	Контроль посещаемости, Расчетно-графическая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 3. Предмет и метод внешней баллистики. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.	30	20	10	10	10	20	20	Контроль посещаемости, Расчетно-графическая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 4. Прикладная внешняя баллистика артиллерийского снаряда.	24	16	8	8	8	20	20	Контроль посещаемости, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	Раздел 5. Вращательное движение правильно движущегося (послушного) артиллерийского снаряда.	24	16	8	8	8	20	20	Контроль посещаемости, Расчетно-графическая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	100	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100	

## Критерии оценивания

### ОПК-10

#### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Назовите основные слои атмосферы Земли.
- № 2 Какие допущения формируют физическую модель основной задачи внешней баллистики?
- № 3 Почему при наличии начального угла нутации нутационное движение снаряда не является колебательным?
- № 4 Какой процесс называют воспламенением пороха?
- № 5 Что называют законом скорости горения?
- № 6 Какой физический механизм лежит в основе распространения реакции горения?
- № 7 Какие допущения лежат в основе физической модели явления выстрела?
- № 8 Что представляет собой артиллерийская система в рамках внутренней баллистики?
- № 9 В чем заключается основная задача внутренней баллистики как науки?
- № 10 Что является предметом изучения баллистики как науки?

#### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Какую силу не учитывают при составлении уравнений движения снаряда в атмосфере?
- № 2 В каком слое атмосферы преимущественно происходит траектория полета большинства снарядов?
- № 3 В чем заключается основная задача внешней баллистики?
- № 4 При каком условии вращающийся снаряд будет двигаться на начальном участке траектории с малыми углами нутации?
- № 5 Какой закон распределения традиционно принимают для точек падения (попадания) снарядов и пуль?
- № 6 В каких единицах измеряется сила пороха?
- № 7 Как влияет число нарезов на величину нормальной реакции боевой грани нареза?
- № 8 Как влияет калибр орудия на величину линейного ускорения снаряда при выстреле?
- № 9 Что называют усилием распатронирования?
- № 10 В чем заключается обратная задача внутренней баллистики?

### ОПК-12

#### *Вопросы открытого типа:*

- № 1 Что такое число Маха?
- № 2 Что такое число Рейнольдса?
- № 3 Что понимается под устойчивостью снаряда?
- № 4 Что такое деривация?
- № 5 Почему происходит уменьшение угловой скорости вращения снаряда на траектории?
- № 6 Что называют пиродинамическими кривыми?
- № 7 Что представляет собой процесс горения пороха?
- № 8 Что называют оголенностью пороха?
- № 9 Какая величина является мерой оценки рассеивания снарядов в заданном направлении?
- № 10 Как вращение снаряда влияет на его поступательное движение?

#### *Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Чем характеризуется устойчивость стабилизированных вращением снарядов?
- № 2 Что определяет формула проф. В.П. Ветчинкина?
- № 3 Как изменяется скорость звука в воздухе в пределах тропосферы?
- № 4 В чем заключается основная задача внешней баллистики?
- № 5 По какой формуле может быть определен параметр расширения пороховых газов?
- № 6 Чему численно равна сила пороха?
- № 7 Как называется задача определения баллистических параметров, обеспечивающих достижение заданных значений пиродинамических элементов в опорных точках (задача синтеза)?
- № 8 Какую силу учитывают при составлении уравнений основной задачи внешней баллистики?

- № 9 От какой величины зависит конечный импульс пороха?
- № 10 Как обеспечивается стабилизация на траектории артиллерийских снарядов без оперения?