

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ БАЛЛИСТИКИ И АЭРОДИНАМИКИ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Взрыватели
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
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	
4	8	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	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: 2026

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 Филимон С.В., к.т.н.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Оськин И.А., д.т.н.

\_\_\_\_\_

# **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 — Способен 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 — Способен 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 артиллерийских снарядов и ракет по траектории, приближенно–аналитические и численные методы расчета баллистических элементов движения снарядов и ракет, включая необходимые численные методы интегрирования систем дифференциальных уравнений движения, методы расчета траекторий снарядов и ракет, расчета аэродинамических характеристик вращающихся и оперенных снарядов и ракет, прогнозирования кучности и точности стрельбы, траекторных измерений;

*умения:*

строить физические и математические модели обтекания артиллерийских снарядов и ракет;

пользоваться справочными материалами и пакетами прикладных программ при проведении расчетов;

*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 артиллерийских орудий и ракетных двигателей на твердом топливе.

## **ОПК-12**

*знания:*

математические модели, описывающие функционирование артиллерийских орудий и ракетных двигателей на твердом топливе и методы решения баллистических задач;

программное обеспечение решения задач аэродинамики и внешней баллистики артиллерийских снарядов и ракет и внутренней баллистики артиллерийских орудий и ракетных двигателей на твердом топливе;

*умения:*

пользоваться справочными материалами и пакетами прикладных программ при проведении расчетов;

получать исходную информацию для проектирования снарядов и боевых частей ракет на основе анализа решений задач внешней и внутренней баллистики;

*навыки:*

производить численное решение задач аэродинамики и внешней баллистики боеприпасов и внутренней баллистики артиллерийских орудий и ракетных двигателей на твердом топливе;

использовать типовое программное обеспечение для решения этих задач.

## 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: **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В МЕХАНИКЕ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ**.

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

### 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
4	8	<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.	12	6	4	2	6	20	20
4	8	<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.	20	8	6	2	12	20	20
4	8	<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	11	6	5	19	20	20
4	8	<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.	22	12	8	4	10	20	20
4	8	<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 нарезов 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	14	10	4	10	20	20
Всего за 8 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	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	2
2	Раздел 2. Движение снаряда в канале ствола.	Переносное ускорение элемента снаряда или взрывателя и силы	2

		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.	2
4		Расчет аэродинамических характеристик.	3
5	Раздел 4. Прикладная внешняя баллистика артиллерийского снаряда.	Решение основной задачи внешней баллистики.	4
6	Раздел 5. Вращательное движение правильно движущегося (послушного) артиллерийского снаряда.	Вращательное движение артиллерийского снаряда.	4
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>17</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.	6
2	Раздел 2. Движение снаряда в канале ствола.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 2.1.-2.3. по рекомендуемой литературе.	6
3		Оформление раздела расчетно-графической работы.	6
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.	13
5		Оформление раздела расчетно-графической работы.	6
6	Раздел 4. Прикладная внешняя баллистика артиллерийского снаряда.	Самостоятельное изучение дидактических единиц 4.1.-4.9. по рекомендуемой литературе.	10
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.	6
Всего за 8 семестр			57

## 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
8					РГР, КПос	ДР			РГР, КПос	ДР					РГР, КПос	ДР	РГР, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- РГР – расчетно-графическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- расчетно-графическая работа;
- контроль посещаемости.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- 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 Способен 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 Способен 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;
- расчетно-графическая работа;
- контроль посещаемости.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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.	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ч.2 1-7) В. Ф. Захаренков, М. Ю. Карловский. . Внутренняя баллистика систем высокоскоростного метания нетрадиционного исполнения: СПб.: Инфо-Да, 2017 (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 (1.1-1.2)	6
Итого по разделу 1		6
<b>Раздел 2. Движение снаряда в канале ствола.</b>		
Самостоятельное изучение дидактических единиц 2.1.-2.3. по рекомендуемой литературе.	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) Н. В. Могильников, В. В. Горбунов, Л. Ф. Левицкий. . Движение снаряда в стволе и на траектории: Тула: Тул. гос. ун-т, 2007 (2, 4)	6
Оформление раздела расчетно-графической работы.	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (ч.2 8-12, 18, 19)	6
Итого по разделу 2		12
<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.	А. А. Дмитриевский, Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Машиностроение, 2005 (1) Л. Н. Лысенко. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (1) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1-4)	13
Оформление раздела расчетно-графической работы.		6
Итого по разделу 3		19
<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)	10

рекомендуемой литературе.		
Итого по разделу 4		10
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.		6
Итого по разделу 5		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контроль посещаемости;
- расчетно-графическая работа;
- 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.

#### Расчетно-графическая работа

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

#### Зачет

Основанием для постановки зачета является выполнение и защита расчетно-графической работы.

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	
4	8	Раздел 1. Общие сведения о явлении выстрела.	12	6	4	2	6	20	20	Контроль посещаемости
4	8	Раздел 2. Движение снаряда в канале ствола.	20	8	6	2	12	20	20	Контроль посещаемости, Расчетно-графическая работа
4	8	Раздел 3. Предмет и метод внешней баллистики. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.	30	11	6	5	19	20	20	Контроль посещаемости, Расчетно-графическая работа
4	8	Раздел 4. Прикладная внешняя баллистика артиллерийского снаряда.	22	12	8	4	10	20	20	Контроль посещаемости
4	8	Раздел 5. Вращательное движение правильно движущегося (послушного) артиллерийского снаряда.	24	14	10	4	10	20	20	Контроль посещаемости, Расчетно-графическая работа
Всего за 8 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ОСНОВЫ БАЛЛИСТИКИ И АЭРОДИНАМИКИ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

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

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какие допущения формируют физическую модель основной задачи внешней баллистики?
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Как влияет число нарезов на величину нормальной реакции боевой грани нареза?
- а) эти величины прямо пропорциональны;
  - б) эти величины связывает косинус угла хода нарезов;
  - в) эти величины связывает логарифмическая зависимость;
  - г) эти величины обратно пропорциональны.
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
При каких условиях вращающийся снаряд будет двигаться на начальном участке траектории с большими углами нутации?
- а) когда коэффициент гироскопической устойчивости будет больше некоторого числа, лежащего в диапазоне от нуля до единицы, исключая концы;
  - б) когда коэффициент гироскопической устойчивости будет больше, либо равен единице;
  - в) когда коэффициент гироскопической устойчивости будет действительным числом;
  - г) когда коэффициент гироскопической устойчивости будет меньше некоторого действительного числа.
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие единицы измерения не используются для измерения силы пороха?
- а) Дж/м<sup>3</sup>;
  - б) (кг\*м)/с<sup>2</sup>;
  - в) Дж/кг;
  - г) Н/м<sup>3</sup>.
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Укажите, что не является усилием распатронирования?
- а) давление пороховых газов, необходимое для выталкивания снаряда/пули из гильзы;
  - б) наибольшее усилие, необходимое для извлечения снаряда/пули из гильзы;
  - в) давление пороховых газов в момент врезания пули в нарезы канала ствола;
  - г) усилие в конце извлечения снаряда/пули из гильзы.
- № 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Что представляет собой артиллерийская система в рамках внутренней баллистики?
- № 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
В чем заключается основная задача внутренней баллистики как науки?
- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Почему при наличии начального угла нутации нутационное движение снаряда не является

колебательным?

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие допущения лежат в основе физической модели явления выстрела?

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие определений:

1. Зажжение

2. Воспламенение

3. Горение

А) - распространение фронта химической реакции вглубь порохового зерна

В) - образование очага химической реакции на поверхности порохового зерна

С) - распространение химической реакции по поверхности порохового зерна

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие:

1. калибр орудия

2. дульная скорость

3. баллистическое давление

А) - пиродинамический элемент

В) - баллистический параметр

С) - пиродинамический элемент в опорной точке

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите слои атмосферы в порядке возрастания высоты их расположения над поверхностью Земли?

1. мезосфера;

2. ионосфера;

3. экзосфера;

4. термосфера;

5. стратосфера;

6. тропосфера.

№ 13 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите силы, действующие на реактивный снаряд в атмосфере при движении со сверхзвуковыми скоростями в порядке возрастания их величин?

1. силу лобового сопротивления;

2. силу тяги реактивного двигателя;

3. силу тяжести;

4. силу Архимеда.

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

В чем заключается основная задача внешней баллистики?

а) в отыскании элементов движения центра масс снаряда при известных начальных условиях;

б) в отыскании элементов вращательного движения оси снаряда около центра масс при известных начальных условиях;



- в) в отыскании траектории центра масс снаряда при известных начальных условиях;
- г) в отыскании начальных условий, обеспечивающих попадающую траекторию.

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

Какой закон распределения традиционно принимают для точек падения (попадания) снарядов и пуль?

- а) равномерный закон распределения;
- б) экспоненциальный закон распределения;
- в) нормальный закон распределения;
- г) закон Пуассона.

**ОПК-12 - Способен 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**

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

Укажите, какие названия не соответствуют задаче определения баллистических параметров, обеспечивающих достижение заданных значений пиродинамических элементов в опорных точках (задаче синтеза)?

- а) прямая задача внутренней баллистики;
- б) обратная задача внутренней баллистики;
- в) основная задача внутренней баллистики;
- г) сопряженная задача внутренней баллистики.

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие:

- 1. - сила инерции;
- 2. - аэродинамическая сила
- 3. - гидростатическая сила
- А) - сила Архимеда
- В) - подъемная сила
- С) - сила Кориолиса

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите периоды внутренней баллистики в порядке их протекания при выстреле из орудия.

- 1. период последствия
- 2. пиростатический период
- 3. пиродинамический период
- 4. период форсирования
- 5. термодинамический период

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите разделы баллистики в порядке их протекания при выстреле из орудия.

- 1. Терминальная баллистика;

2. Внешняя баллистика;
  3. Внутренняя баллистика;
  4. Промежуточная баллистика
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Чем характеризуется устойчивость стабилизированных вращением снарядов?
- а) углом нутации в начале траектории;
  - б) статическим запасом устойчивости;
  - в) отрицательным декрементом затухания колебаний;
  - г) коэффициентом гироскопической устойчивости.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Что определяет формула проф. В.П. Ветчинкина?
- а) функцию плотности воздуха;
  - б) функцию сопротивления эталонного снаряда 1943 года;
  - в) зависимость температуры от высоты над уровнем моря;
  - г) форму головной части снаряда, обладающую наименьшим сопротивлением.
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- В чем заключается основная задача внешней баллистики?
- а) в отыскании элементов вращательного движения оси снаряда около центра масс при известных начальных условиях;
  - б) в отыскании траектории центра масс снаряда при известных начальных условиях;
  - в) в отыскании элементов движения центра масс снаряда при известных начальных условиях;
  - г) в отыскании начальных условий, обеспечивающих попадающую траекторию.
- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Что понимается под устойчивостью снаряда?
- № 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Почему происходит уменьшение угловой скорости вращения снаряда на траектории?
- № 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Что называют пиродинамическими кривыми?
- № 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Что называют оголенностью пороха?
- № 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Какая величина является мерой оценки рассеивания снарядов в заданном направлении?
- № 13 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Как вращение снаряда влияет на его поступательное движение?
- № 14 Прочитайте текст и установите соответствие
- Установите соответствие определений:
1. Сила пороха
  2. Температура горения
  3. Единичная скорость горения
- А) - скорость горения пороха при нормальной начальной температуре и давлении, равном 1 Па

В) - разница удельной энтальпии и удельной внутренней энергии пороховых газов

С) - температура пороховых газов в момент их образования

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

Укажите, от каких величин зависит конечный импульс пороха?

- а) от прогрессивности пороха;
- б) от оголенности пороха;
- в) от константы скорости горения;
- г) от толщины горящего свода.

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

Какими способами нельзя обеспечить стабилизацию на траектории артиллерийских снарядов без оперения?

- а) снаряду придается вращательное движение;
- б) на головную часть снаряда устанавливают тормозное кольцо;
- в) кормовую часть снаряда делают в форме расширяющегося конуса;
- г) организуют выпуск газов газогенератора через боковую поверхность.