

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

Суслин А. В.  
(подпись) ФИО

«31» 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВНЕШНЯЯ БАЛЛИСТИКА

Направление/специальность подготовки	17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
Специализация/профиль/программа подготовки	Эксплуатация вооружения и военной техники (по областям и видам)
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	ВУЦ Военный Учебный Центр
Выпускающая кафедра	ВУЦ Военный Учебный Центр
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ

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	5	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	диф. зач.
3	6	3	108	51	34	0	17	57	0	18	39	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	102	68	0	34	114	0	18	96	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

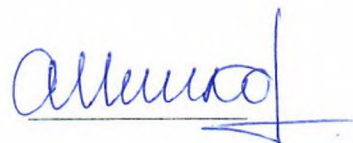
17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И  
РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ

Мешков Сергей Анатольевич, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ  
ОРУЖИЕ**

Заведующий кафедрой Афанасьев А.С., д.т.н., доц.

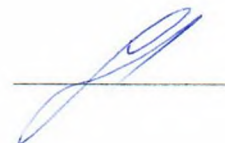


Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**ВУЦ Военный Учебный Центр**

Заведующий кафедрой Лозинский А.Г.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВНЕШНЯЯ БАЛЛИСТИКА**

## **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-14 — способность моделировать и использовать известные решения в новом приложении применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-14**

*знания:*

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

Физико-механические принципы составления математических моделей движения снаряда по траектории;

Приближенно-аналитические и численные методы расчета баллистических элементов движения снарядов, включая необходимые численные методы интегрирования систем дифференциальных уравнений движения;

Методы расчета траекторий снарядов;

Расчет аэродинамических характеристик снарядов;

Прогнозирование кучности и точности стрельбы;

Траекторных измерений;

Формирование целостной системы знаний по основам внешней баллистики стрелкового, артиллерийского и ракетного оружия;;

*умения:*

В использовании современных внешнебаллистических методов при проектировании конструктивных схем стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия с помощью изучения конкретных примеров-аналогов;

*навыки:*

Теоретического и методического материала, составляющего базу для методов расчета основных баллистических характеристик стрелково-пушечного вооружения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ВНЕШНЯЯ БАЛЛИСТИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **БАЛЛИСТИКА СТВОЛЬНЫХ СИСТЕМ, ВНУТРЕННЯЯ БАЛЛИСТИКА, ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен понимать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве
- 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-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач
- ОПК-4 — Способен самостоятельно или в составе группы осуществлять научный поиск, анализ научной и патентной литературы при решении профессиональных задач с использованием современных средств и методов получения знания



### 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-14
3	5	<b>Раздел 1. Предмет и задачи внешней баллистики.</b> 1.1 Предмет, задачи и структура курса внешней баллистики. 1.2 Обзор истории развития внешней баллистики. 1.3 Баллистический метод 1.4 Баллистические параметры 1.5 Перспективы развития внешней баллистики.	8	2	2	0	6	6
3	5	<b>Раздел 2. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.</b> 2.1. Основные понятия и обозначения. 2.2. Инерциальные и неинерциальные, гелиоцентрическая и геоцентрическая системы отсчета. 2.3 Элементы траектории. Особенности траектории полета пуль, снарядов и ракет. 2.4 Решение задач динамики точки в системе отсчета, связанного с Землей. 2.5 Ускорение Кориолиса, сила земного притяжения, сила тяжести. 2.6 Учет зависимости ускорения силы тяжести от широты и высоты, влияние изменения направления силы тяжести на полет снаряда.	8	2	2	0	6	6
3	5	<b>Раздел 3. Движение снаряда в безвоздушном пространстве.</b> 3.1 Параболическая теория движения снарядов. 3.2 Исследование уравнения траектории. 3.3 Элементы параболической траектории. 3.4 Свойства параболической траектории. 3.5 Зависимость угла прицеливания от угла места цели при постоянной наклонной дальности. 3.6 Относительное время пребывания снаряда в слое. 3.7 Средняя высота траектории. 3.8 Поправочные формулы, отвечающие за малые изменения. 3.9 Использование параболической теории для решения практических задач.	12	6	4	2	6	6
3	5	<b>Раздел 4. Основные сведения из метеорологии.</b> 4.1 Физические характеристики воздуха и связь между ними. 4.2 Краткие сведения о строении атмосферы. 4.3 Уравнение состояния влажного воздуха. 4.4 Виртуальная температура. 4.5 Изменение метеорологических элементов с высотой. Нормальная артиллерийская атмосфера.	10	4	4	0	6	6
3	5	<b>Раздел 5. Обтекание тел потоком воздуха.</b> 5.1 Сопротивление воздуха Основные допущения, принятые при изучении движения газа. 5.2 Некоторые теоретические зависимости для идеальных газов. 5.3 Основные физические факторы, определяющие сопротивление воздуха. 5.4 Опытное изучение силы сопротивления воздуха. Законы и функции сопротивления воздуха. Коэффициент формы снаряда. Баллистический коэффициент. Влияние угла нутации на силу сопротивления воздуха. 5.5 Пограничный слой. Отрыв пограничного слоя. Вихревое сопротивление. Рассмотрение слабых возмущений в потоке газа. Обтекание тел дозвуковым потоком воздуха. 5.4 Обтекание тел сверхзвуковым потоком воздуха. Скачки уплотнения. Волновое сопротивление. Ударные волны. 5.5 Влияние формы снаряда на сопротивление воздуха. Понятие об аэродинамических коэффициентах и методах их расчета 5.6 Наивыгоднейшая форма снаряда.	13	4	4	0	9	6
3	5	<b>Раздел 6. Основная задача внешней баллистики.</b> 6.1 Различные системы дифференциальных уравнений. 6.2 Общие свойства траекторий в воздухе. 6.3 Исследование изменение скорости вдоль траектории. 6.4 Исследование кривизны траектории. 6.5 Высота траектории. 6.6 Угол наибольшей горизонтальной дальности 6.7 Дальность прямого выстрела.	27	21	6	15	6	6
3	5	<b>Раздел 7. Приближенные методы решения основной задачи внешней баллистики.</b> 7.1. Определение элементов траектории 7.2. Вычисление траектории по дугам методом Эйлера 7.3. Таблицы Отто-Сиаччи 7.4. Определение элементов траектории по таблицам Отто-Сиаччи.	15	6	6	0	9	7
3	5	<b>Раздел 8. Силы действующие на снаряд в полете.</b> 8.1 Элементы теории гироскопов 8.2 Силы действующие на снаряд в воздухе 8.3 Оценка устойчивости полета снаряда (формула И.А. Забудского, метод С.П. Петровича, формула дэ Спаррэ, формула Валье, формула Крылова. Формула Шарбенье, критерий Б.Н. Окунева, формула Д.А. Вентцеля). 8.4. Правильность полета снаряда в воздушной среде.	15	6	6	0	9	7
<b>Всего за 5 семестр</b>			108	51	34	17	57	50
3	6	<b>Раздел 9. Расчет траектории реактивного снаряда.</b> 9.1 Реактивная сила 9.2 Расчет активного участка траектории 9.3 Расчет пассивных участков.	9	3	3	0	6	6
3	6	<b>Раздел 10. Особенности движения оперенного снаряда.</b> 10.1 Поступательное движение оперенного снаряда. 10.2 Колебательное движение оперенного снаряда 10.3 Условия устойчивости оперенного снаряда.	9	3	3	0	6	6
3	6	<b>Раздел 11. Особенности движения управляемого снаряда.</b> 11.1 Управляющие силы и моменты 11.2 Уравнения движения управляемого снаряда 11.3 Наведение снаряда на цель.	9	3	3	0	6	5
3	6	<b>Раздел 12. Баллистика осколка.</b> 12.1 Особенности баллистики осколка.	8	2	2	0	6	5
3	6	<b>Раздел 13. Внешняя баллистика самоходного и танкового оружия.</b> 13.1 Особенности стрельбы самоходных артиллерийских установок 13.2 Особенности стрельбы танковых комплексов.	8	2	2	0	6	5
3	6	<b>Раздел 14. Измерение параметров снарядов.</b> 14.1 Определение дисбаланса масс снаряда 14.2 Поведение вращающегося снаряда на траектории 14.3 Расчет устойчивости и правильности полета снаряда.	17	11	3	8	6	5
3	6	<b>Раздел 15. Теория поправок.</b> 15.1 Задачи и методы теории поправок. Понятие о баллистических средних. 15.2 Содержание табличных стрельб. Наличие и содержание таблиц стрельбы. 15.3 Понятие об организации табличных стрельб. 15.4 Определение начальной скорости снаряда. 15.5 Определение угла вылета стрельбой. 15.6 Определение деривации стрельбой. 15.7 Фототоделильный отстрел траекторий. 15.8 Приведение результатов стрельб к табличным условиям.	11	6	6	0	5	6
3	6	<b>Раздел 16. Явление рассеивания снарядов.</b> 16.1 Техническое рассеивание. 16.2 Рассеивание снарядов по дальности. 16.3 Кучность, меткость и точность стрельбы.	21	13	4	9	8	6
3	6	<b>Раздел 17. Методы и средства измерения экспериментальной баллистики пуль, снарядов и ракет.</b> 17.1 Методы определения местоположения объекта в пространстве.	16	8	8	0	8	6

	17.2. Измерение дальности. 17.3. Измерение скоростей и ускорений. 17.4 Системы внешнетраекторных измерений 17.5. Определение силовых факторов.						
<b>Всего за 6 семестр</b>		108	51	34	17	57	50
<b>Всего по дисциплине</b>		216	102	68	34	114	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Движение снаряда в безвоздушном пространстве.	Формирование данных по снарядам различных типов артиллерийских систем малого среднего и крупного калибров	2
2	Раздел 6. Основная задача внешней баллистики.	Определение дальности прямого выстрела при стрельбе из различных типов артиллерийских систем малого, среднего и крупного калибров	7
3		Определение угла наибольшей горизонтальной дальности при стрельбе из различных типов артиллерийских систем малого, среднего и крупного калибров	8
Всего за 5 семестр			17
4	Раздел 14. Измерение параметров снарядов.	Формирование данных по снарядам различных типов артиллерийских систем малого среднего и крупного калибров	2
5		Расчет устойчивости и правильности полета снаряда на траектории при стрельбе из различных типов артиллерийских систем малого, среднего и крупного калибра	6
6	Раздел 16. Явление рассеивания снарядов.	Формирование данных по снарядам различных типов артиллерийских систем малого среднего и крупного калибров	2
7		Рассеивание снарядов. Определение текущих и вероятностных параметров при стрельбе по щиту различных типов артиллерийских систем малого, среднего и крупного калибров	7
Всего за 6 семестр			17

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Предмет и задачи внешней баллистики.	Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
2	Раздел 2. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.	Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
3	Раздел 3. Движение снаряда в безвоздушном пространстве.	Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
4		Подготовка к практическим занятиям	2
5	Раздел 4. Основные сведения из метеорологии.	Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
6	Раздел 5. Обтекание тел потоком воздуха.	Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	9
7		Подготовка к практическим занятиям	2
8	Раздел 6. Основная задача внешней баллистики.	Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
9		Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	9

10	Раздел 8. Силы действующие на снаряд в полете.	Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	9
	Всего за 5 семестр		57
11	Раздел 9. Расчет траектории реактивного снаряда.	Курсовая работа	2
12		Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
13	Раздел 10. Особенности движения оперенного снаряда.	Курсовая работа	2
14		Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
15	Раздел 11. Особенности движения управляемого снаряда.	Курсовая работа	2
16		Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
17	Раздел 12. Баллистика осколка.	Курсовая работа	2
18		Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
19	Раздел 13. Внешняя баллистика самоходного и танкового оружия.	курсовая работа	2
20		Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
21	Раздел 14. Измерение параметров снарядов.	Курсовая работа	2
22		Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
23	Раздел 15. Теория поправок.	Курсовая работа	2
24		Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	3
25	Раздел 16. Явление рассеивания снарядов.	Курсовая работа	2
26		Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
27	Раздел 17. Методы и средства измерения экспериментальной баллистики пуль, снарядов и ракет.	Курсовая работа	2
28		Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	6
Всего за 6 семестр			57

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Этап 1. Описание и анализ выбранного прототипа АО. Формирование исходных данных для расчетов	1 - 7	6
Этап 2. Этап 2. Решение ОЗВБ методом численного интегрирования; - решение прикладных задач вращательного движения артиллерийского снаряда	8 - 13	6
Этап 3. Этап 3. Оформление пояснительной записки и графического материала	14 - 15	4
Этап 4. Этап 4. Подготовка к защите и защита КР	16 - 17	2
<b>Всего за 6 семестр</b>		<b>18</b>



#### 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
5				Колл		ДР			Отч. по ПЗ	ДР			Отч. по ПЗ			ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.
6				Колл		ДР			Отч. по ПЗ	ДР			Отч. по ПЗ			ДР	КР, Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Колл – коллоквиум;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- КР – курсовая работа;
- 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;
- коллоквиум;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая 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. Коновалов, Ю. В. Николаев. . Внешняя баллистика. М.: Изд-во ЦНИИ информации, 1979, 29 экз.
2. А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, А. В. Сотенко. . Внешняя баллистика. Новосибирск: НГТУ, 2017, эл. рес.
3. В. М. Правдин, А. П. Шанин. . Баллистика неуправляемых летательных аппаратов. Снежинск: Изд-во РФЯЦ-ВНИИТФ, 1999, 9 экз.
4. Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 225 экз.
5. Ю. П. Савельев ; Рос. акад. ракетно-артиллерийских наук, Европ. акад. информатизации, БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Лекции по уравнениям динамики полёта и внешней баллистики. Кн. 2 Аналитические решения модельных уравнений. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 22 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. В. Ветров, В. Д. Клочков, А. И. Осин. . Методы и средства измерения экспериментальной баллистики. Тула: Изд-во ТулГУ, 2005, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <https://urait.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:**

1. Проектор.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Компьютерный комплект.

### **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 **ВНЕШНЯЯ БАЛЛИСТИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-14 способность моделировать и использовать известные решения в новом приложении применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с поведением снаряда на полете при решении основной задачи внешней баллистики.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- коллоквиум;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- 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 (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**114 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 114 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 задачи внешней баллистики.		
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, А. В. Сотенко. . Внешняя баллистика: Новосибирск: НГТУ, 2017 (1) В. В. Ветров, В. Д. Клочков, А. И. Осин. . Методы и средства измерения экспериментальной баллистики: Тула: Изд-во ТулГУ, 2005 (1) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1)	6
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.		
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, А. В. Сотенко. . Внешняя баллистика: Новосибирск: НГТУ, 2017 (1)	6
Итого по разделу 2		6
Раздел 3. Движение снаряда в безвоздушном пространстве.		
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (2) А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, А. В. Сотенко. . Внешняя баллистика: Новосибирск: НГТУ, 2017 (1)	4
Подготовка к практическим занятиям		2
Итого по разделу 3		6
Раздел 4. Основные сведения из метеорологии.		
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, А. В. Сотенко. . Внешняя баллистика: Новосибирск: НГТУ, 2017 (2)	6
Итого по разделу 4		6
Раздел 5. Обтекание тел потоком воздуха.		
Подготовка к лекциям:	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ	9



изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (2)	
Итого по разделу 5		9
Раздел 6. Основная задача внешней баллистики.		
Подготовка к практическим занятиям	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (3)	2
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		4
Итого по разделу 6		6
Раздел 7. Приближенные методы решения основной задачи внешней баллистики.		
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (3)	9
Итого по разделу 7		9
Раздел 8. Силы действующие на снаряд в полете.		
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (4) А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, А. В. Сотенко. . Внешняя баллистика: Новосибирск: НГТУ, 2017 (3)	9
Итого по разделу 8		9
Раздел 9. Расчет траектории реактивного снаряда.		
Курсовая работа	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (5) А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, А. В. Сотенко. . Внешняя баллистика: Новосибирск: НГТУ, 2017 (9)	2
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		4
Итого по разделу 9		6
Раздел 10. Особенности движения оперенного снаряда.		
Курсовая работа	А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, А. В. Сотенко. . Внешняя баллистика: Новосибирск: НГТУ, 2017 (14) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (6)	2
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		4
Итого по разделу 10		6
Раздел 11. Особенности движения управляемого снаряда.		
Курсовая работа	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (7)	2
Подготовка к лекциям: изучение		4

предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, А. В. Сотенко. . Внешняя баллистика: Новосибирск: НГТУ, 2017 (15)	
Итого по разделу 11		6
Раздел 12. Баллистика осколка.		
Курсовая работа	В. М. Правдин, А. П. Шанин. . Баллистика неуправляемых летательных аппаратов: Снежинск: Изд-во РФЯЦ-ВНИИТФ, 1999 (1)	2
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		4
Итого по разделу 12		6
Раздел 13. Внешняя баллистика самоходного и танкового оружия.		
курсовая работа	В. М. Правдин, А. П. Шанин. . Баллистика неуправляемых летательных аппаратов: Снежинск: Изд-во РФЯЦ-ВНИИТФ, 1999 (2)	2
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		4
Итого по разделу 13		6
Раздел 14. Измерение параметров снарядов.		
Курсовая работа	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (9)	2
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		4
Итого по разделу 14		6
Раздел 15. Теория поправок.		
Курсовая работа	Ю. П. Савельев ; Рос. акад. ракетно-артиллерийских наук, Европ. акад. информатизации, БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Лекции по уравнениям динамики полёта и внешней баллистики. Кн. 2 Аналитические решения модельных уравнений: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (4) А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, А. В. Сотенко. . Внешняя баллистика: Новосибирск: НГТУ, 2017 (7)	2
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		3
Итого по разделу 15		5
Раздел 16. Явление рассеивания снарядов.		
Курсовая работа	А. А. Коновалов, Ю. В. Николаев. . Внешняя баллистика: М.: Изд-во ЦНИИ информации, 1979 (1,2) А. В. Гуськов, К. Е. Милевский, А. В. Сотенко. . Внешняя баллистика: Новосибирск: НГТУ, 2017 (8)	2
Подготовка к лекциям: изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе		6
Итого по разделу 16		8
Раздел 17. Методы и средства измерения экспериментальной баллистики пуль, снарядов и ракет.		
Курсовая работа	Ю. П. Савельев ; Рос. акад. ракетно-артиллерийских наук, Европ. акад. информатизации, БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.	2
Подготовка к лекциям:		6

изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Устинова. Лекции по уравнениям динамики полёта и внешней баллистики. Кн. 2 Аналитические решения модельных уравнений: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (5,6,8)	
Итого по разделу 17		8

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- отчет по практическому заданию;
- курсовая работа;
- 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.

#### Коллоквиум

Тематика коллоквиума охватывает пройденные темы. Положительным результатом коллоквиума считается полное усвоение материала.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Перечень вопросов к дифференцированному зачету представлен в УМК дисциплины

#### Отчет по практическому заданию

Выполнение практической работы засчитывается по итогу отчета по практическому заданию.

Отчет по практической работе предоставляется в письменной форме.

Отчет по практической работе представляется в печатном или письменном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Оценка за практическое задание ставится на усмотрение преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, преподаватель принимает практическую работу как сданную.

Основаниями для не принятия или не защиты практической работы, является:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках, отсутствие названия графика).
- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений.

Отчет по практическому занятию принимается с оценкой "отлично" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 2-х правильных ответах на 2 вопроса по теме практического занятия.

Отчет по практическому занятию принимается с оценкой "хорошо" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 1-м правильном ответе на 2 вопроса по теме практического занятия.

Отчет по практическому занятию принимается с оценкой "удовлетворительно" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 1-м правильном ответе на 3 вопроса по теме практического занятия..

#### Курсовая работа

Курсовая работа принимается с оценкой "отлично" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 3-х правильных ответах на 3 вопроса по теме курсовой работы.

Курсовая работа принимается с оценкой "хорошо" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 2-х правильных ответах на 3 вопроса по теме курсовой работы.

Курсовая работа принимается с оценкой "удовлетворительно" при отсутствии замечаний к пояснительной записке и 1-м правильном ответе на 3 вопроса по теме курсовой работы.

Курсовая работа не принимается при наличии замечаний к пояснительной записке.  
Темы для выполнения курсовой работы размещены в УМК дисциплины.

### **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.

Допуск к диф.зачету в семестре 6 ставится при успешной сдаче всех практических заданий и выполнении курсовой работы.

Оценка за диф. зачет выставляется как результирующая оценка за ответы на два вопроса из перечня.

Оценка дифференцированного зачета определяется следующими критериями:

«неудовлетворительно» – отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопросы) или отказ от ответа; нет удовлетворительного ответа на дополнительные вопросы, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала; решение задачи содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе;

«удовлетворительно» – правильно анализирует, описывает понятия, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов; подход к решению задачи правильный, но есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

«хорошо» – демонстрирует полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями после дополнительных уточняющих вопросов; ход решения задачи правильный, есть незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;

«отлично» – демонстрирует свободное и полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями; решение задачи и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя.

### **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.

Оценка за диф. зачет выставляется как результирующая оценка за ответы на два вопроса из перечня.

Оценка дифференцированного зачета определяется следующими критериями:

«неудовлетворительно» – отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопросы) или отказ от ответа; нет удовлетворительного ответа на дополнительные вопросы, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала; решение задачи содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе;

«удовлетворительно» – правильно анализирует, описывает понятия, но допускает незначительные ошибки в установлении логически-смысловых связей, не исправляя их после дополнительных уточняющих вопросов; подход к решению задачи правильный, но есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

«хорошо» – демонстрирует полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями после дополнительных уточняющих вопросов; ход решения задачи правильный, есть незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;

«отлично» – демонстрирует свободное и полное освоение необходимых умений и логически-смысловых связей между ними и соответствующими теоретическими понятиями; решение задачи и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя.



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-14	
3	5	Раздел 1. Предмет и задачи внешней баллистики.	8	2	2	0	6	6	Коллоквиум, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 2. Физико-механические основы моделирования движения снаряда в атмосфере Земли.	8	2	2	0	6	6	Коллоквиум, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 3. Движение снаряда в безвоздушном пространстве.	12	6	4	2	6	6	Отчет по практическому заданию, Курсовая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 4. Основные сведения из метеорологии.	10	4	4	0	6	6	Коллоквиум, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 5. Обтекание тел потоком воздуха.	13	4	4	0	9	6	Коллоквиум, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 6. Основная задача внешней баллистики.	27	21	6	15	6	6	Отчет по практическому заданию, Курсовая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 7. Приближенные методы решения основной задачи внешней баллистики.	15	6	6	0	9	7	Отчет по практическому заданию, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 8. Силы действующие на снаряд в полете.	15	6	6	0	9	7	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	50	
3	6	Раздел 9. Расчет траектории реактивного снаряда.	9	3	3	0	6	6	Коллоквиум, Вопросы к дифференцированному зачету

3	6	<b>Раздел 10. Особенности движения оперенного снаряда.</b>	9	3	3	0	6	6	Коллоквиум, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	<b>Раздел 11. Особенности движения управляемого снаряда.</b>	9	3	3	0	6	5	Коллоквиум, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	<b>Раздел 12. Баллистика осколка.</b>	8	2	2	0	6	5	Коллоквиум, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	<b>Раздел 13. Внешняя баллистика самоходного и танкового оружия.</b>	8	2	2	0	6	5	Коллоквиум, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	<b>Раздел 14. Измерение параметров снарядов.</b>	17	11	3	8	6	5	Отчет по практическому заданию, Курсовая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	<b>Раздел 15. Теория поправок.</b>	11	6	6	0	5	6	Коллоквиум, Курсовая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	<b>Раздел 16. Явление рассеивания снарядов.</b>	21	13	4	9	8	6	Отчет по практическому заданию, Курсовая работа, Вопросы к дифференцированному зачету
3	6	<b>Раздел 17. Методы и средства измерения экспериментальной баллистики пуль, снарядов и ракет.</b>	16	8	8	0	8	6	Коллоквиум, Вопросы к дифференцированному зачету
<b>Всего за 6 семестр</b>			108	51	34	17	57	50	
<b>Всего по дисциплине</b>			216	102	68	34	114	100	