

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

Образовательно-научный институт промышленных технологий  
машиностроения (ИПТМ)

---

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИПТМ:  
\_\_\_\_\_ Манцеров С.А.  
“23” августа 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.37 Основы внешней баллистики и аэродинамики**  
для подготовки специалистов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы внешней баллистики и аэродинамики**

Направление подготовки: 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие

---

Направленность: Артиллерийское оружие

---

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2021, 2022

Выпускающая кафедра АВ

Кафедра-разработчик АВ

Объем дисциплины 396/11  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет, экзамен

Разработчик (и): Жарков М.В., старший преподаватель

НИЖНИЙ НОВГОРОД  
2023 год

Рецензент: Маликов Н.Ш., к.т.н \_\_\_\_\_

«23» 08 2023г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие, утвержденного приказом МИ-НОБРНАУКИ РОССИИ от 18.08.2020 г. № 1053 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол от 13.04.2023г. №17

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 23.08.2023г. № 12, протокол от 18.05.2023 №21.

Зав. кафедрой АВ, д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ Закаменных Г.И.

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИПТМ, протокол от 06.06.2023г. №12

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 17.05.02 – а – 37  
Начальник МО \_\_\_\_\_ Н.Н. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Кабанина Н.И.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины	<u>4</u>
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	<u>4</u>
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	<u>4</u>
4. Структура и содержание дисциплины	<u>11</u>
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.	<u>26</u>
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	<u>34</u>
7. Информационное обеспечение дисциплины	<u>37</u>
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз	<u>38</u>
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине	<u>38</u>
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины	<u>39</u>
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	<u>41</u>
PРИЛОЖЕНИЕ 1 (СПРАВОЧНОЕ).....	47
Лист актуализации рабочей программы дисциплины .....	49

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**1.1 Целью освоения дисциплины является** изучение явлений и процессов, происходящих в околоснарядном пространстве в атмосфере при движении его по траектории и обтекании потоком воздуха, изучения законов, которым подчиняются данные процессы и способов математического моделирования процесса движения снаряда по траектории.

**1.2 Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- изучение сил и моментов, возникающих при выстреле;
- изучение влияния метеорологических условий на полет снаряда в атмосфере;
- изучение основных законов аэродинамики;
- изучение основных задач внешней баллистики и методов их решения;
- изучение основ экспериментальной внешней баллистики.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Основы внешней баллистики и аэродинамики» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: математика, физика, теоретическая механика, физические основы устройства оружия, внутренняя баллистика ствольного оружия..

Дисциплина «Основы внешней баллистики и аэродинамики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: точность работы импульсных машин, основы боевого применения артиллерии, проектирование спецмашин, эффективность и испытания артиллерийского вооружения.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
ОПК-11											
Внутренняя баллистика ствольного оружия											
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
ПК-1											
Введение в специальность		■									
Надежность систем вооружения					■						
Физические основы устройства оружия					■	■					
Система управления огнем					■	■					
Внутренняя баллистика ствольного оружия						■					
Боеприпасы артиллерии						■					
Прочность артиллерийских систем						■	■				
Основы технического эксперимента							■				
Системно-техническое проектирование артиллерийских систем								■			
Проектирование стволов и затворов								■			
Эффективность и испытания артиллерийского вооружения									■		
Основы эксплуатации артиллерийских систем									■		
Основы САПР				■	■						
Основы информационной системы предприятия							■				
Точность работы импульсных машин								■			
Точность работы артиллерийских систем								■			
Учебно-конструкторская практика					■						
Конструкторско-технологическая практика							■				
Научно-исследовательская работа								■			
Преддипломная практика									■		
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалифи-									■		

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
кационной работы											

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ  
С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства	
			Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ОПК-11.</b> Способен ориентироваться в проблемных ситуациях и решать сложные вопросы проектирования, производства, испытания и эксплуатации стрелкового, артиллерийского и ракетного оружия.	ИОПК-11.1. Ориентируется в проблемных ситуациях и решает сложные вопросы проектирования стрелкового, артиллерийского и ракетного оружия.	<b>Знать:</b> основные силы и моменты, действующие на снаряд при движении в атмосфере, источники возникновения этих сил и моментов, способы расчета значений сил и моментов, методы учета сил и моментов при расчетах параметров движения снаряда в различных условиях; методики экспериментальных исследований образцов ствольного артиллерийского оружия.  <b>Уметь:</b> составлять физико-математические модели процесса движения снаряда с учетом его особенностей в условиях воздействия на него различных факторов, проводить оценку влияния различных факторов на характер движения снаряда на траектории, определять характеристики ствольного оружия и условия метания, необходимые для получения требуемых траекторий полета снаряда.	<b>Владеть:</b> методами расчетной реализации математических моделей процесса движения снаряда на траектории, оценки получаемых результатов расчетов, методами и средствами экспериментальных исследований образцов артиллерийского оружия.	Тестирование, вопросы для устного собеседования Вопросы для устного собеседования: билеты (25 билетов)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства		
			Текущего контроля	Промежуточной аттестации	
	ИОПК-11.2. Решает проблемы и вопросы производства, испытания и эксплуатации стрелкового, артиллерийского и ракетного оружия	<b>Знать:</b> основные силы и моменты, действующие на снаряд при движении в атмосфере, источники возникновения этих сил и моментов, способы расчета значений сил и моментов, методы учета сил и моментов при расчетах параметров движения снаряда в различных условиях; методики экспериментальных исследований образцов ствольного артиллерийского оружия.	<b>Уметь:</b> составлять физико-математические модели процесса движения снаряда с учетом его особенностей в условиях воздействия на него различных факторов, проводить оценку влияния различных факторов на характер движения снаряда на траектории, определять характеристики ствольного оружия и условия метания, необходимые для получения требуемых траекторий полета снаряда.	<b>Владеть:</b> методами расчетной реализации математических моделей процесса движения снаряда на траектории, оценки получаемых результатов расчетов, методами и средствами экспериментальных исследований образцов артиллерийского оружия.	
ПК-1. Способен осуществлять профессиональную деятельность в сферах: научно - исследовательской, проектирования, производства и испытания артиллерийского вооружения.	ИПК-1.1. Осуществляет профессиональную деятельность в научно - исследовательской деятельности проектирования артиллерийского вооружения.	<b>Знать:</b> действующую нормативно-техническую документацию в области внешней баллистики и аэродинамики; методы проведения научных исследований при выполнении	<b>Уметь:</b> применять имеющиеся знания, а также актуальную нормативно-техническую документацию при проведении исследований в области внешней баллистики и	<b>Владеть:</b> навыком разработки планов проведения НИОКР, навыком организации сбора и изучения научно-технической информации по теме, а также навыком ее	Тестирование, вопросы для устного собеседования Вопросы для устного собеседования: билеты (25 билетов)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
		НИОКР.	аэродинамики и выполнении НИОКР и их составных частей; оформлять результаты НИОКР.	анализа; навыком разработки программы проведения экспериментальных исследований; навыком использования современных вычислительных средств и информационных технологий при выполнении НИОКР.		
	ИПК-1.2. Осуществляет профессиональную деятельность в проектировании и конструкторской разработке артиллерийского вооружения	<b>Знать:</b> действующую нормативно-техническую документацию в области внешней баллистики и аэrodинамики; методы проведения научных исследований при выполнении НИОКР.	<b>Уметь:</b> применять имеющиеся знания, а также актуальную нормативно-техническую документацию при проведении исследований в области внешней баллистики и аэrodинамики и выполнении НИОКР и их составных частей; оформлять результаты НИОКР.	<b>Владеть:</b> навыком разработки планов проведения НИОКР, навыком организации сбора и изучения научно-технической информации по теме, а также навыком ее анализа; навыком разработки программы проведения экспериментальных исследований; навыком использования современных вычислительных средств и информационных технологий		

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
				гий при выполнении НИОКР.	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК -1	Освоение дисциплины причастно к ТФ D/01.6 (ПС 40.011 « <u>Специалист по научно- исследовательским и опытно- конструкторским разработкам</u> »), решает задачи - Проведения анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний - Обоснования перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний - Формирования программ проведения исследований в новых направлениях					

## **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 11 зач.ед. 396 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

#### **Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семест- рам	
		7 се- мestr	8 се- мestr
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения		
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	396/11	180/5	216/6
<b>1. Контактная работа:</b>			
<b>1.1 Аудиторная работа, в том числе:</b>	176	87	89
занятия лекционного типа (Л)	102	51	51
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	74	34	38
<b>1.2 Внеаудиторная, в том числе</b>	36	18	18
текущий контроль, консультации по дисциплине	18	9	9
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	18	9	9
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	184	93	91
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	184	93	91
Подготовка к экзамену (контроль)	36	-	36

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час									
6 семестр													
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	<b>Раздел 1.</b> Введение во внешнюю баллистику. Основные термины и определения				Подготовка к лекциям				Конспект лекций				
	<b>Тема 1.1.</b> Предмет и задачи внешней баллистики	1,0			2,0								
	<b>Тема 1.2</b> Основные термины, определения и обозначения, используемые во внешней баллистике	2,0			4,0								
	Работа по освоению 1 раздела:	3,0			6,0								
	Итого по 1 разделу	3,0			6,0								
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	<b>Раздел 2.</b> Движение центра масс снаряда в безвоздушном пространстве				Подготовка к лекциям				Конспект лекций				
	<b>Тема 2.1</b> Системы уравнений движения. Уравнение траектории	2,0			2,0								
	<b>Тема 2.2</b> Исследование уравнения траектории	2,0			2,0								
	<b>Тема 2.3</b> Элементы траектории в произвольной точке	1,0			2,0								
	<b>Тема 2.4</b> Элементы траектории в точке падения и вершине	1,0			2,0								
	<b>Тема 2.5</b> Угол наибольшей даль-	1,0			2,0								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
	ности								
	<b>Тема 2.6</b> Огибающая семейства траекторий. Парабола безопасности	1,0			2,0				
	<b>Тема 2.7</b> Понижение и удалений. Закон понижений	1,0			2,0				
	<b>Тема 2.8</b> Изохrona	1,0			2,0				
	<b>Практическая работа №1.</b> Моделирование процесса движения снаряда в безвоздушном пространстве			4,0	4,0				
	<b>Практическая работа №2.</b> Расчет значений элементов траектории в точке падения и вершине			2,0	2,0				
	<b>Практическая работа №3.</b> Построение огибающей семейства траекторий в безвоздушном пространстве			4,0	4,0				
	<b>Практическая работа №4.</b> Построение изохроны для снаряда, движущегося в безвоздушном пространстве			2,0	2,0				
	Работа по освоению 2 раздела:	10,0		12,0	28,0				
	Итого по 2 разделу	10,0		12,0	28,0				
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2	<b>Раздел 3.</b> Основные сведения о Земле применительно к задачам внешней баллистики					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	<b>Тема 3.1</b> Земля	2,0			2,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Тема 3.2 Угловая скорость вращения Земли	1,0			2,0				
	Тема 3.3 Сила тяжести	2,0			2,0				
	Тема 3.4. Ускорение Кориолиса	1,0			2,0				
	Практическая работа №5. Определение характера изменения силы тяжести с высотой над уровнем моря и широтой места			4,0	4,0				
	Работа по освоению 3 раздела:	6,0		4,0	12,0				
	Итого по 3 разделу	6,0		4,0	12,0				
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 4. Атмосфера и ее свойства					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	Тема 4.1 Состав и вертикальное строение атмосферы	1,0			2,0				
	Тема 4.2 Основные метеорологические элементы	2,0			2,0				
	Тема 4.3 Изменение метеорологических элементов с высотой. Основная барометрическая формула	2,0			2,0				
	Тема 4.4 Стандартные атмосферы. Нормальная артиллерийская атмосфера	1,0			2,0				
	Практическая работа №6. Определение значений параметров нормальной артиллерийской атмосферы на различных высотах			4,0	4,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
	над уровнем моря								
	Работа по освоению 4 раздела:	6,0		4,0	12,0				
	Итого по 4 разделу	6,0		4,0	12,0				
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	<b>Раздел 5.</b> Силы и моменты, действующие на снаряд в полете					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	<b>Тема 5.1</b> Вязкость воздуха как источник сопротивления движению снаряда	2,0			2,0				
	<b>Тема 5.2</b> Обтекание тел дозвуковым потоком воздуха	2,0			2,0				
	<b>Тема 5.3</b> Обтекание тел сверхзвуковым потоком воздуха	2,0			2,0				
	<b>Тема 5.4</b> Аэродинамическая сила сопротивления воздуха	6,0			6,0				
	<b>Тема 5.5</b> Ускорение силы сопротивления воздуха	2,0			2,0				
	<b>Практическая работа №7.</b> Определение значений составляющих аэродинамической силы сопротивления воздуха в различных условиях			4,0	4,0				
	Работа по освоению 5 раздела:	14,0		4,0	18,0				
	Итого по 5 разделу	14,0		4,0	18,0				
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2	<b>Раздел 6.</b> Экспериментальные методы внешней баллистики					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	<b>Тема 6.1</b> Методы определения	3,0			3,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	значений аэродинамических коэффициентов								
	<b>Тема 6.2</b> Определение скорости снаряда на траектории	3,0			3,0				
	<b>Тема 6.3</b> Определение начальной скорости снаряда	3,0			3,0				
	<b>Тема 6.4</b> Определение промежутков времени. Хронографы	3,0			2,0				
	<b>Практическая работа №8.</b> Обработка результатов стрельбовых испытаний с целью получения значений аэродинамических коэффициентов снаряда			4,0	4,0				
	<b>Практическая работа №9.</b> Обработка результатов стрельбовых испытаний с целью определения значения скорости и ее падения на траектории			4,0	4,0				
	<b>Практическая работа №10.</b> Обработка результатов стрельбовых испытаний с целью приведения измеренного значения скорости к дульному срезу орудия			4,0	4,0				
	<b>Работа по освоению 6 раздела:</b>	12,0		10,0	23,0				
	<b>Итого по 6 разделу:</b>	12,0		10,0	23,0				
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР:</b>	51,0		34,0	93,0				

7 семестр

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	<b>Раздел 7.</b> Законы и функции сопротивления воздуха движению снаряда					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	<b>Тема 7.1</b> Зависимость аэродинамических коэффициентов от скорости, угла нутации и формы тела	1,0			1,0				
	<b>Тема 7.2</b> Законы и функции сопротивления воздуха	1,0			2,0				
	<b>Тема 7.3</b> Коэффициент формы. Баллистический коэффициент	1,0			2,0				
	<b>Тема 7.4</b> Наивыгоднейшая форма снаряда	1,0			1,0				
	<b>Практическая работа №11.</b> Построение функций сопротивления воздуха для различных законов сопротивления			2,0	1,0				
	<b>Практическая работа №12.</b> Определение значения коэффициента формы снаряда по результатам стрельбовых испытаний			2,0	1,0				
	Работа по освоению 7 раздела:	4,0		4,0	8,0				
	Итого по 7 разделу	4,0		4,0	8,0				
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	<b>Раздел 8.</b> Движение центра масс снаряда в воздухе					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	<b>Тема 8.1</b> Уравнения движения центра масс снаряда	1,0			2,0				
	<b>Тема 8.2</b> Системы уравнений движения при различных аргу-	1,0			2,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
	ментах								
	<b>Тема 8.3</b> Уравнение годографа скорости	1,0			1,0				
	<b>Тема 8.4</b> Общие свойства траекторий снаряда в воздухе	1,0			2,0				
	<b>Тема 8.5</b> О степени несимметричности траектории в воздухе	1,0			1,0				
	<b>Тема 8.6</b> Исследование изменения скорости снаряда вдоль траектории	1,0			2,0				
	<b>Тема 8.7</b> Угол наибольшей дальности	1,0			1,0				
	<b>Тема 8.8</b> Методы интегрирования дифференциальных уравнений движения снаряда в воздухе	1,0			1,0				
	<b>Практическая работа №13.</b> Моделирование процесса движения снаряда в воздухе с учетом силы сопротивления			1,0	1,0				
	<b>Практическая работа №14.</b> Построение годографа вектора скорости			1,0	1,0				
	<b>Практическая работа №15.</b> Исследование характера изменения скорости вдоль траектории			1,0	1,0				
	<b>Практическая работа №16.</b>			1,0	1,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
	Определение угла бросания, необходимого для обеспечения максимальной дальности полета снаряда								
	Работа по освоению 8 раздела:	8,0		4,0	16,0				
	Итого по 8 разделу	8,0		4,0	16,0				
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	<b>Раздел 9.</b> Основные задачи внешней баллистики. Методы решения основных задач					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	<b>Тема 9.1</b> Первая основная задача внешней баллистики (прямая). Система допущений	2,0			4,0				
	<b>Тема 9.2</b> Вторая основная задача внешней баллистики (обратная)	2,0			2,0				
	<b>Тема 9.3</b> Методы решения основных задач внешней баллистики	2,0			2,0				
	Работа по освоению 9 раздела:	5,0			8,0				
	Итого по 9 разделу	6,0			8,0				
	<b>Раздел 10.</b> Табличные методы решения основных задач внешней баллистики					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	<b>Тема 10.1</b> Структура таблиц, способы построения таблиц	1,0			1,0				
	<b>Тема 10.2</b> Использование таблиц для решения основных задач внешней баллистики	1,0			2,0				
	<b>Практическая работа №17.</b> Использование таблиц стрельбы для решения основных задач внешней баллистики			1,0	1,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
	Работа по освоению 10 раздела:	2,0		1,0	4,0				
	Итого по 10 разделу	2,0		1,0	4,0				
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	Раздел 11. Аналитические методы решения основных задач внешней баллистики					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	Тема 11.1 Метод Сиаччи. Общие положения	1,0			2,0				
	Тема 11.2 Определение элементов траектории по методу Сиаччи	1,0			2,0				
	Тема 11.3 Зависимости для расчета элементов траектории в точке падения	1,0			2,0				
	Тема 11.4 Зависимости для расчета элементов траектории в вершине	1,0			2,0				
	Тема 11.5 Вспомогательные функции Сиаччи	1,0			2,0				
	Тема 11.6 Применение метода Сиаччи для навесной стрельбы	1,0			2,0				
	Тема 11.7 Применение метода Сиаччи для зенитной стрельбы	1,0			2,0				
	Тема 11.8 Применение метода Сиаччи для коротких настильных траекторий	1,0			2,0				
	Практическая работа №18. Определение значений элементов траектории с помощью основных			2,0	1,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час							
Лекции, час			Практические занятия, час									
	функций Сиаччи											
	<b>Практическая работа №19.</b> Определение значений элементов траектории с помощью вспомогательных функций Сиаччи			2,0	1,0							
	Работа по освоению 11 раздела:	8,0			18,0							
	Итого по 11 разделу	8,0		4,0	18,0							
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	<b>Раздел 12.</b> Численные методы решения основных задач внешней баллистики					Подготовка к лекциям			Конспект лекций			
	<b>Тема 12.1</b> Введение в численное интегрирование	1,0			1,0							
	<b>Тема 12.2</b> Методы численного интегрирования	1,0			1,0							
	<b>Тема 12.3</b> Алгоритм интегрирования функции численным методом	1,0			1,0							
	<b>Тема 12.4</b> Программные комплексы для решения основных задач внешней баллистики	1,0			1,0							
	<b>Практическая работа №20.</b> Применение существующих программных комплексов для решения основных задач внешней баллистики			2,0	1,0							
	Работа по освоению 12 раздела:	4,0		2,0	5,0							
	Итого по 12 разделу	4,0		2,0	5,0							
	<b>Раздел 13.</b> Учет влияния на траекторию движения снаряда различных факторов					Подготовка к лекциям			Конспект лекций			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час							
ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	<b>Тема 13.1</b> О необходимости учета влияния различных факторов на траекторию движения снаряда	1,0			1,0						
	<b>Тема 13.2</b> Учет формы Земли, влияния ветра и направления стрельбы при расчете траекторий	1,0			1,0						
	<b>Практическая работа №21.</b> Решение основных задач внешней баллистики с учетом формы Земли			2,0	1,0						
	<b>Практическая работа №22.</b> Решение основных задач внешней баллистики с учетом влияния ветра на траекторию			2,0	1,0						
	<b>Практическая работа №23.</b> Решение основных задач внешней баллистики с учетом направления стрельбы			2,0	1,0						
	Работа по освоению 13 раздела:	2,0		6,0	5,0						
	Итого по 13 разделу	2,0		6,0	5,0						
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1	<b>Раздел 14.</b> Движение реактивного снаряда в воздухе					Подготовка к лекциям			Конспект лекций		
	<b>Тема 14.1</b> Силы, действующие на реактивный снаряд на активном участке траектории. Уравнение	1,0			2,0						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
ИПК-1.2	движения центра масс снаряда								
	<b>Тема 14.2</b> Сила тяги	1,0			2,0				
	<b>Тема 14.3</b> Вычисление баллистического коэффициента для реактивного снаряда	1,0			2,0				
	<b>Тема 14.4</b> Движение реактивного снаряда по направляющей. Определение параметров схода	1,0			2,0				
	<b>Практическая работа №24.</b> Моделирование процесса движения реактивного снаряда на активном участке траектории			2,0	1,0				
	<b>Практическая работа №25.</b> Определение параметров схода реактивного снаряда с направляющей			2,0	1,0				
	Работа по освоению 14 раздела:	4,0		4,0	10,0				
	Итого по 14 разделу	4,0		4,0	10,0				
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	<b>Раздел 15.</b> Движение снаряда относительно центра масс					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
	<b>Тема 15.1</b> Общие положения	1,00			1,0				
	<b>Тема 15.2</b> Движение вращающегося снаряда относительно центра масс	2,00			2,0				
	<b>Тема 15.3</b> Плоские колебания	2,00			2,0				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час							
Лекции, час			Практические занятия, час									
	оперенных снарядов (мин)											
	<b>Тема 15.4</b> Движение оперенного реактивного снаряда	2,00			2,0							
	<b>Практическая работа №26.</b> Определение необходимых параметров нарезки орудия для обеспечения устойчивости снаряда в полете			2,0	1,0							
	Работа по освоению 15 раздела:	7,0		2,0	8,0							
	Итого по 15 разделу	7,0		2,0	8,0							
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	<b>Раздел 16.</b> Явление рассеивания					Подготовка к лекциям			Конспект лекций			
	<b>Тема 16.1</b> Явление рассеивания	1,0			1,0							
	<b>Тема 16.2</b> Закон рассеивания	1,0			1,0							
	<b>Тема 16.3</b> Определение центра рассеивания. Измерение рассеивания	1,0			1,0							
	<b>Тема 16.4</b> Шкала рассеивания	1,0			1,0							
	<b>Практическая работа №27.</b> Определение центра рассеивания по результатам опытных стрельб			2,0								
	<b>Практическая работа №28.</b> Определение значений характеристик рассеивания по результатам опытных стрельб			1,0	1,0							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код ОПК; ИОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
	<b>Практическая работа №29.</b> Определение вероятности попадания снаряда заданную точку с использованием значений характеристик рассеивания			2,0	1,0				
	Работа по освоению 16 раздела:	4,0		5,0	6,0				
	<b>Итого по 16 разделу</b>	4,0		5,0	6,0				
	<b>Раздел 17.</b> Поправочные формулы внешней баллистики					Подготовка к лекциям			Конспект лекций
ОПК-11 ИОПК-11.1 ИОПК-11.2 ПК-1 ИПК-1.1 ИПК-1.2	<b>Тема 17.1</b> Основные поправочные коэффициенты	1,0			1,0				
	<b>Тема 17.2</b> Дополнительные поправочные коэффициенты	1,0			1,0				
	<b>Практическая работа №30.</b> Определение вероятности попадания снаряда заданную точку с использованием значений характеристик рассеивания			2,0	1,0				
	Работа по освоению 17 раздела:	2,0		2,0	3,0				
	<b>Итого по 17 разделу</b>	2,0		2,0	3,0				
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	51,0		34,0	91,0				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	102,0		68,0	184,0				

## **5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, контрольные работы.

### **5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

#### **Перечень контрольных вопросов по дисциплине**

1. Что изучает внешняя баллистика?
2. Назовите основные задачи внешней баллистики?
3. В чем заключается прямая основная задача внешней баллистики?
4. В чем заключается обратная основная задача внешней баллистики?
5. Решением каких задач, помимо основных, занимается внешняя баллистика?
6. Что такое начальная скорость?
7. Назовите системы координат, используемые во внешней баллистике?
8. Какие геометрические аппроксимации формы Земли существуют и когда их целесообразно использовать?
9. Что такое сила тяжести и как она зависит от широты места и высоты над уровнем моря?
10. Как учитывается ускорение Кориолиса при решении основных задач внешней баллистики?
11. Какие силы действуют на снаряд в безвоздушном пространстве?
12. От чего зависит дальность полета снаряда в безвоздушном пространстве?
13. Что такое уравнение траектории?
14. Назовите свойства траектории в безвоздушном пространстве?
15. Какой угол бросания соответствует наибольшей дальности полета в безвоздушном пространстве?
16. Что представляет собой парабола безопасности?
17. Сформулируйте закон понижений?
18. Опишите состав и вертикальное строение атмосферы?
19. Как связаны между собой основные метеорологические элементы?
20. Назовите параметры, характеризующие нормальную артиллерийскую атмосферу?
21. Как изменяются метеорологические элементы с высотой?
22. Аэродинамическая сила сопротивления воздуха.
23. Как вычислить составляющие полной аэrodинамической силы вдоль осей скоростной системы координат?
24. Опишите природу возникновения составляющих силы сопротивления воздуха движению снаряда?
25. Опишите методы определения значений аэродинамических коэффициентов?
26. Опишите методы определения значений скорости снаряда на траектории?
27. Опишите методы определения значений начальной скорости снаряда?
28. Расскажите про способы определения мгновенного значения скорости снаряда на траектории?
29. Расскажите про способы определения среднего значения скорости снаряда на траектории?

30. Назовите способы блокировки снаряда на траектории?
31. Опишите принцип действия механического хронографа?
32. Опишите принцип действия электронного хронографа?
33. Как зависят аэродинамические коэффициенты от скорости, угла нутации и формы тела?
34. Расскажите о законах и функциях сопротивления воздуха?
35. Что такое коэффициент формы и как его определить?
36. Расскажите о наивыгоднейшей форме снаряда?
37. Какие допущения принимают при решении основной задачи внешней баллистики?
38. Сформируйте систему уравнений движения центра масс снаряда в воздухе?
39. Какие методы решения основных задач внешней баллистики существуют?
40. Сформулируйте и докажите общие свойства траекторий снаряда в воздухе?
41. Проведите исследование изменения скорости снаряда вдоль траектории?
42. Метод Сиаччи решения основной задачи внешней баллистики?
43. Табличные методы решения основной задачи внешней баллистики?
44. Численные методы решения основной задачи внешней баллистики?
45. Учет формы Земли при решении основной задачи внешней баллистики?
46. Учет направления стрельбы при решении основной задачи внешней баллистики?
47. Учет скорости ветра при решении основной задачи внешней баллистики?
48. Сформируйте систему уравнений движения центра масс реактивного снаряда в воздухе на активном участке траектории?
49. Выражение для силы тяги?
50. Движение реактивного снаряда по направляющей?
51. Исследуйте характер колебаний снаряда на начальном участке траектории?
52. Сформулируйте критерии устойчивости на траектории снаряда, стабилизируемого вращением?
53. Как происходят плоские колебания оперенных снарядов и мин?
54. Как происходят движение оперенного реактивного снаряда?
55. Причины колебаний оперенного реактивного снаряда на активном участке траектории?
56. Опишите явление рассеивания и назовите его причины?
57. Закон рассеивания?
58. Графический способ определения центра рассеивания?
59. Расчетный (аналитический) способ определения центра рассеивания?
60. Способы измерения рассеивания?
61. Шкала и сетка рассеивания?
62. Зачем нужны поправочные формулы внешней баллистики?
63. Какие поправочные коэффициенты внешней баллистики называются основными?
64. Какие поправочные коэффициенты внешней баллистики называются дополнительными?

#### **Перечень вопросов для подготовки к промежуточному контролю**

1. Какие исходные данные необходимы для решения прямой задачи внешней баллистики?
2. Какие исходные данные необходимы для решения обратной основной задачи внешней баллистики?
3. Что называется траекторией?
4. Что называется точкой падения?
5. Что называется точкой вылета?

6. Что называется горизонтом орудия?
7. Что называется высотой траектории?
8. Что называется полной горизонтальной дальностью?
9. Что называются элементами траектории?
10. Что такое линия возвышения?
11. Что такое линия бросания?
12. Что такое угол возвышения?
13. Что такое угол бросания?
14. Что называется начальной скоростью?
15. Что такое угол вылета?
16. Что называется плоскостью бросания?
17. Что называется плоскостью стрельбы?
18. Что такое линия цели?
19. Что такое дирекционный угол цели?
20. Что такое активный и пассивный участки траектории?
21. Назовите особенности нормальной земной системы координат?
22. Назовите особенности скоростной системы координат?
23. Назовите особенности связанной системы координат?
24. Что такое угол нутации?
25. Что такое геоид?
26. Что такое эллипсоид Красовского?
27. Как учитывается форма Земли при проведении внешнебаллистических расчетов?
28. Как определить угловую скорость вращения Земли?
29. Что такая геоцентрическая широта места и чем она отличается от географической широты?
30. Что такая центробежная сила?
31. Что такая сила притяжения Земли?
32. Что такое ускорение Кориолиса?
33. Как влияет масса снаряда на его траекторию в безвоздушном пространстве?
34. Как изменяется горизонтальная проекция скорости при движении снаряда в безвоздушном пространстве?
35. Что такое поражаемое пространство?
36. Что такое безопасное пространство?
37. Что такое понижение?
38. Что такое удаление?
39. Что такое изохона?
40. Назовите основные свойства стратосферы?
41. Назовите основные свойства тропосферы?
42. Что такое влажность воздуха?
43. Что такая функция давления?
44. Что такая функция плотности?
45. Как учитывается влажность воздуха при проведении баллистических расчетов?
46. Что такая виртуальная температура?
47. Что такая основная барометрическая формула?
48. Назовите нормальные значения метеорологических элементов у поверхности Земли?
49. Из каких составляющих состоит полная аэродинамическая сила сопротивления воздуха?
50. Что такое сопротивление трения?
51. Что такое сопротивление донного подсоса?
52. Что такое волновое сопротивление?
53. Что такое конус Маха?

54. Как определить значение волнового угла?  
55. Что характеризует волновой угол?  
56. От чего зависит значение полной аэродинамической силы?  
57. Назовите составляющие полной аэродинамической силы вдоль осей скоростной системы координат?  
58. Что такое статически устойчивый и статически неустойчивый снаряд?  
59. Что такое центр давления?  
60. Как определить расстояние от центра масс до центра давления?  
61. Что такое аэродинамический коэффициент?  
62. Как силу сопротивления воздуха перенести из центра давления в центр масс?  
63. Назовите способы стабилизации снаряда в полете?  
64. Назовите силы и моменты, действующие на старяд при движении в атмосфере?  
65. Что такое ускорение силы сопротивления воздуха?  
66. Как расчетным путем определить значения аэродинамических коэффициентов?  
67. Что такое хронограф?  
68. Какие виды хронографов существуют?  
69. Назовите основные структурные элементы хронографа?  
70. Что такое баллистический маятник?  
71. Что такая искровая фотография?  
72. Как с помощью искровой фотографии определить скорость движения снаряда?  
73. Как и зачем осуществляется приведение скорости снаряда к дульному срезу?  
74. Зачем осуществляется блокирование снаряда на траектории?  
75. Что такое рама-мишень?  
76. Что такое соленоид?  
77. Как зависит сила сопротивления воздуха от скорости движения снаряда?  
78. Как зависит от скорости коэффициент силы лобового сопротивления  $C_x$ ?  
79. Почему коэффициент силы лобового сопротивления  $C_x$  существенно возрастает при околозвуковых скоростях движения снаряда?  
80. Что такое закон сопротивления воздуха?  
81. Какие законы сопротивления воздуха вы знаете?  
82. Для каких снарядов применяются различные законы сопротивления воздуха?  
83. Как зависит коэффициент силы лобового сопротивления  $C_x$  от температуры воздуха?  
84. Как распределяется давление по поверхности снаряда?  
85. Что такое коэффициент формы?  
86. Для каких снарядов и в каких случаях следует применять коэффициент формы?  
87. Что такое баллистический коэффициент?  
88. Что такое коэффициент массы снаряда?  
89. Что такое эталонная функция сопротивления воздуха?  
90. Под действием каких сил движется снаряд в воздухе?  
91. Что такое годограф?  
92. Как изменяется горизонтальная проекция скорости при движении снаряда в воздухе?  
93. Как изменяется скорость снаряда при движении снаряда в воздухе?  
94. Является ли траектория движения снаряда в воздухе симметричной?  
95. Какой угол бросания соответствует наибольшей дальности полета в воздушном пространстве?  
96. В чем заключается суть аналитических методов решения основной задачи внешней баллистики?  
97. В чем заключается суть численных методов решения основной задачи внешней баллистики?

98. В чем заключается суть табличных методов решения основной задачи внешней баллистики?
99. Назовите методы аналитического решения основной задачи внешней баллистики?
100. В чем суть метода Сиаччи решения основной задачи внешней баллистики?
101. Что такое псевдоскорость?
102. Для каких траекторий изначально применялся метод Сиаччи?
103. Можно ли применять метод Сиаччи для расчета элементов коротких настильных траекторий?
104. Можно ли применять метод Сиаччи для расчета элементов коротких зенитных траекторий?
105. Можно ли применять метод Сиаччи для расчета элементов навесных траекторий?
106. Что такое основные функции Сиаччи?
107. Сформулируйте алгоритм решения основной задачи внешней баллистики по методу Сиаччи?
108. Как определить значение основных и вспомогательных функций Сиаччи?
109. Опишите структуру таблиц стрельбы?
110. Какие методы численного интегрирования Вы знаете?
111. Как изменятся допущения, принятые при решении основной задачи внешней баллистики с учетом формы Земли?
112. Как влияет ветер на полет снаряда?
113. Какими нормативными документами регламентируется проведение внешнебаллистических расчетов?
114. Какие программные средства существуют для решения основных задач внешней баллистики?
115. Под действием каких сил движется реактивный снаряд в воздухе на активном участке траектории?
116. Под действием каких сил движется реактивный снаряд в воздухе на пассивном участке траектории?
117. Что такое пассивная масса снаряда?
118. Что такое сила тяги?
119. Что такое ускорение силы тяги?
120. Что такое эффективная скорость истечения?
121. Как вычислить баллистический коэффициент для реактивного снаряда?
122. Как изменяется сила тяги с высотой?
123. Что такое полный импульс силы тяги?
124. Что такое единичный импульс силы тяги?
125. Как определить параметры схода с направляющей для реактивного снаряда?
126. Зачем необходимо учитывать движение снаряда относительно центра масс?
127. Что такое плоскость сопротивления?
128. Что такое деривация?
129. Что такое рассеивание?
130. Назовите причины рассеивания?
131. Что такое сноп траекторий?
132. Что такое отклонение по дальности, высоте и боковому направлению?
133. Что такое кучность?
134. Что такое меткость?
135. Как уменьшить рассеивание?
136. Как определить центр рассеивания?
137. Что такое сердцевинная полоса?
138. Что такое срединное отклонение?

139. Что называется невозмущенной и возмущенной траекториями?
140. Что такое поправочный коэффициент внешней баллистики?
141. Какие поправочные коэффициенты существуют?
142. Как влияет на дальность полета снаряда температура воздуха?
143. Как влияет на дальность полета снаряда атмосферное давление?

## **5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 5 оценки знаний, умений, навыков

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
85-100	Отлично	зачет
70-84	Хорошо	
60-69	Удовлетворительно	
0-59	Неудовлетворительно	незачет

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» либо «зачет», «незачет».

**Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ОПК-11.</b> Способен ориентироваться в проблемных ситуациях и решать сложные вопросы проектирования, производства, испытания и эксплуатации стрелкового, артиллерийского и ракетного оружия.	ИОПК-11.1. Ориентируется в проблемных ситуациях и решает сложные вопросы проектирования стрелкового, артиллерийского и ракетного оружия.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные процессы, происходящие со снарядом в атмосфере, физические законы, характеризующие эти процессы, не понимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора опимальных способов их достижения. Умеет использовать документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
	ИОПК-11.2. Решает проблемы и вопросы производства, испытания и эксплуатации стрелкового, артиллерийского и ракетного оружия	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные процессы, происходящие со снарядом в атмосфере, физические законы, характеризующие эти процессы, не понимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора опимальных способов их достижения. Умеет использовать документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

<b>ПК-1.</b> Способен осуществлять профессиональную деятельность в сферах: научно исследовательской, проектирования, производства и испытания артиллерийского вооружения.	ИПК-1.1. Осуществляет профессиональную деятельность в научно - исследовательской деятельности проектирования артиллерийского вооружения.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные процессы, происходящие со снарядом в атмосфере, физические законы, характеризующие эти процессы, не- понимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора опимальных способов их достижения. Умеет использовать документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании
	ИПК-1.2. Осуществляет профессиональную деятельность в проектировании и конструкторской разработке артиллерийского вооружения	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные процессы, происходящие со снарядом в атмосфере, физические законы, характеризующие эти процессы, не- понимание их использования в рамках поставленных целей и задач, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора опимальных способов их достижения. Умеет использовать документацию для определения круга задач.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании

## Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

1. Внешняя баллистика. Дмитриевский А.А., М., Машиностроение, 2012. – 584 с.
2. Внешняя баллистика: Я.М.Шапиро; Государственное издательство оборонной промышленности, М.2016. – 408 с.
3. Баллистика ракетного и ствольного оружия: учебник для вузов/под.ред.А.А.Королева, В.А.Комочкова; науч.конс. В.А.Шурыгин. – Волгоград, 2012. – 472 с.

### 6.2 Справочно-библиографическая литература

1. Внешняя баллистика : учебное пособие / Л.Н. Лысенко. – Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2018. – 328 с
2. Внешняя баллистика : учеб. пособие / А.В. Гуськов, К.Е. Милевский, А.В. Сотенко. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. – 188 с.
3. Степанов В.П. Внешняя баллистика. Часть вторая. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2011. – 542 с.
4. Основы баллистики и аэродинамики : учебное пособие / И.А.Балаганский. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. – 200 с.
5. Внешняя баллистика : учебное пособие / М.В.Жарков. – Нижний Новгород : АО «ЦНИИ «Буревестник», 2017. – 312 с.
6. Метеорология и стрельба артиллерии. Савкин Л.С., Лебедев Б.Д. М., Воениздат, 1974. – 144 с.
7. Окунев Б.Н. Вращательное движение артиллерийского снаряда. ОГИЗ Государственное издательство технико-теоретической литературы, Ленинград 1943 г. – 160 с.
8. И.П. Торопцев, О.Н. Батков, С.В. Гераськов История, состояние и перспективы развития артиллерии Учебное пособие Пенза: ПАИИ, 2007. – 80 с.: ил
9. Словарь ракетных и артиллерийских терминов : под ред.генерал-майора Г.Н.Разумова; М. Военное издательство, 1989. – 256 с.

10. Внешняя баллистика: В.С.Чуйко; Издание ВВИА им. Проф. Н.Е.Жуковского, 1958. – 272 с.
11. Кузьмина Н.А. Баллистический маятник. Методические указания к лабораторной работе. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2007. – 9с.
12. Экспериментальная баллистика. Приборы и методы баллистических измерений. П.Н.Шкворников, Н.М.Платонов. 1976. – 395 с.

### **6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Методические рекомендации, разработанные преподавателями кафедры «АВ» для обучающихся по данной дисциплине находятся в информационном пространстве в электронном виде на кафедре «АВ».

1. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №1. Моделирование процесса движения снаряда в безвоздушном пространстве»
2. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №2. Расчет значений элементов траектории в точке падения и вершине»
3. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №3. Построение огибающей семейства траекторий в безвоздушном пространстве»
4. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №4. Построение изохроны для снаряда, движущегося в безвоздушном пространстве»
5. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №5. Определение характера изменения силы тяжести с высотой над уровнем моря и широтой места»
6. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №6. Определение значений параметров нормальной артиллерийской атмосферы на различных высотах над уровнем моря»
7. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №7. Определение значений составляющих аэродинамической силы сопротивления воздуха в различных условиях»
8. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №8. Обработка результатов стрельбовых испытаний с целью получения значений аэродинамических коэффициентов снаряда»
9. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №9. Обработка результатов стрельбовых испытаний с целью определения значения скорости и ее падения на траектории»
10. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №10. Обработка результатов стрельбовых испытаний с целью приведения измеренного значения скорости к дульному срезу орудия»
11. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №11. Построение функций сопротивления воздуха для различных законов сопротивления»

12. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №12. Определение значения коэффициента формы снаряда по результатам стрельбовых испытаний»
13. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №13. Моделирование процесса движения снаряда в воздухе с учетом силы со-противления»
14. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №14. Построение годографа вектора скорости»
15. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №15. Исследование характера изменения скорости вдоль траектории»
16. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №16. Определение угла бросания, необходимого для обеспечения максимальной дальности полета снаряда»
17. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №17. Использование таблиц стрельбы для решения основных задач внешней баллистики»
18. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №18. Определение значений элементов траектории с помощью основных функций Сиаччи»
19. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №19. Определение значений элементов траектории с помощью вспомогательных функций Сиаччи»
20. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №20. Применение существующих программных комплексов для решения основных задач внешней баллистики»
21. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №21. Решение основных задач внешней баллистики с учетом формы Земли»
22. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №22. Решение основных задач внешней баллистики с учетом влияния ветра на траекторию»
23. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №23. Решение основных задач внешней баллистики с учетом направления стрельбы»
24. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №24. Моделирование процесса движения реактивного снаряда на активном участке траектории»
25. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №25. Определение параметров схода реактивного снаряда с направляющей»
26. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №26. Определение необходимых параметров нарезки орудия для обеспечения устойчивости снаряда в полете»
27. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №27. Определение центра рассеивания по результатам опытных стрельб»

28. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №28. Определение значений характеристик рассеивания по результатам опытных стрельб»

29. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №29. Определение вероятности попадания снаряда заданную точку с использованием значений характеристик рассеивания»

30. Учебно-методическое пособие «Методические указания по выполнению лабораторной работы №30. Определение вероятности попадания снаряда заданную точку с использованием значений характеристик рассеивания»

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. Научно-техническая библиотека НГТУ. <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl.html>
2. Электронный каталог книг. <http://library.nntu.nnov.ru/>
3. Электронный каталог периодических изданий. <http://library.nntu.nnov.ru/>
4. Гости Нормы, правила, стандарты и законодательство России. <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/resyrs/norma.htm>
5. Персональные библиографические указатели ученых НГТУ. [http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl\\_ych.html](http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/bibl_ych.html)
6. Электронная библиотека. <http://www.nntu.ru/RUS/biblioteka/news.html>

### 7.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

Таблица 8 – Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
Microsoft Office	
Dr.Web с/н S684-LRQ5-U7NH-BE97 от 11.05.22	

В таблице **9** указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

**Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

<b>№</b>	<b>Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы</b>	<b>Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>
3	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
5	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ**

В таблице **10** указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

<b>№</b>	<b>Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ</b>	<b>Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования</b>
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
	Учебная аудитория № 1 курсового и дипломного проектирования АО «ЦНИИ «Буревестник»	Компьютер PC - тип 3 (8 шт.): Intel Core i5\DDR3-1333 Kingston 4 Gb\500 Gb\NVIDIA GeForce GTX 550 Ti 1024 Mb.	Программное обеспечение (ПО) лицензионное, с указанием реквизитов подтверждающего документа: - Microsoft Windows 7 Professional SP 1 RUS (OEM); - Microsoft Office Professional Plus 2010 (Agreement - 3528487); - Autodesk Product Design Suite Ultimate 2015 Russian (Лицензионный сертификат Autodesk Клиентский №5101721954) ПО распространяемое по свободной лицензии: - Avast Free Antivirus - Бесплатно (персональное использование) - Foxit PDF Reader - Бесплатно (персональное использование) ПО предоставляемое образовательному учреждению на бесплатной основе в учебных целях: - Ansys Academic Student 2019 R

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Основы баллистики и аэродинамики», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов

при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе? подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльная система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## 10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **10.3 Методические указания по освоению дисциплины на практических работах**

Подготовку к каждой практической работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании практических работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

### **10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение контрольных работ;
- проведение проверки знаний по практическим работам;
- опрос преподавателем по различным разделам курса
- зачет (7 семестр) и экзамен (8 семестр).

## **Типовые задания для практических работ**

1. Моделирование процесса движения снаряда в безвоздушном пространстве
2. Расчет значений элементов траектории в точке падения и вершине
3. Построение огибающей семейства траекторий в безвоздушном пространстве
4. Построение изохроны для снаряда, движущегося в безвоздушном пространстве
5. Определение характера изменения силы тяжести с высотой над уровнем моря и широтой места
6. Определение значений параметров нормальной артиллерийской атмосферы на различных высотах над уровнем моря
7. Определение значений составляющих аэродинамической силы сопротивления воздуха в различных условиях
8. Обработка результатов стрельбовых испытаний с целью получения значений аэродинамических коэффициентов снаряда
9. Обработка результатов стрельбовых испытаний с целью определения значения скорости и ее падения на траектории
10. Обработка результатов стрельбовых испытаний с целью приведения измеренного значения скорости к дульному срезу орудия
11. Построение функций сопротивления воздуха для различных законов сопротивления
12. Определение значения коэффициента формы снаряда по результатам стрельбовых испытаний
13. Моделирование процесса движения снаряда в воздухе с учетом силы сопротивления
14. Построение годографа вектора скорости
15. Исследование характера изменения скорости вдоль траектории
16. Определение угла бросания, необходимого для обеспечения максимальной дальности полета снаряда
17. Использование таблиц стрельбы для решения основных задач внешней баллистики
18. Определение значений элементов траектории с помощью основных функций Сиаччи
19. Определение значений элементов траектории с помощью вспомогательных функций Сиаччи
20. Применение существующих программных комплексов для решения основных задач внешней баллистики
21. Решение основных задач внешней баллистики с учетом формы Земли
22. Решение основных задач внешней баллистики с учетом влияния ветра на траекторию
23. Решение основных задач внешней баллистики с учетом направления стрельбы
24. Моделирование процесса движения реактивного снаряда на активном участке траектории
25. Определение параметров схода реактивного снаряда с направляющей
26. Определение необходимых параметров нарезки орудия для обеспечения устойчивости снаряда в полете
27. Определение центра рассеивания по результатам опытных стрельб
28. Определение значений характеристик рассеивания по результатам опытных стрельб
29. Определение вероятности попадания снаряда заданную точку с использованием значений характеристик рассеивания

30. Определение вероятности попадания снаряда заданную точку с использованием значений характеристик рассеивания

### **Типовые вопросы для аттестации в форме экзамена**

Предмет и задачи внешней баллистики

Краткие сведения из геофизики. Сила тяжести

Основные термины и определения, используемые во внешней баллистике.

Краткие сведения из геофизики. Ускорение Кориолиса

Системы координат, используемые во внешней баллистике.

Изменение метеорологических элементов с высотой. Основная барометрическая формула

Краткие сведения из геофизики. Земля. Угловая скорость вращения

Основные метеорологические элементы и связь между ними.

Состав и вертикальное строение атмосферы

Стандартные атмосфера. Нормальная артиллерийская атмосфера.

Общие свойства траектории в воздухе.

Обтекание тел дозвуковым и сверхзвуковым потоками воздуха.

Исследование изменения скорости вдоль траектории.

Аэродинамическая сила сопротивления воздуха

Сила тяги. Изменение силы тяги с высотой

Законы и функции сопротивления воздуха.

Аэродинамические коэффициенты. Зависимость аэродинамических коэффициентов от скорости снаряда, его формы и угла нутации

Система уравнений движения снаряда в безвоздушном пространстве

Коэффициент формы. Баллистический коэффициент

Определение элементов траектории в произвольной точке при движении снаряда в безвоздушном пространстве

Основная задача внешней баллистики. Система допущений. Уравнения движения центра масс снаряда в воздухе

Методы определения значений аэродинамических коэффициентов.

Метод Сиаччи расчета элементов траекторий.

Рассеивание. Определение центра рассеивания.

Численные методы решения основных задач внешней баллистики.

Рассеивание. Шкала рассеивания. Сетка рассеивания

Определение параметров схода реактивного снаряда с направляющей.

Явление рассеивания. Причины рассеивания.

Методы решения основных задач внешней баллистики

Основные метеорологические элементы и связь между ними

Табличный метод расчета элементов траектории.

### **Типовые тестовые задания**

1. Основная задача внешней баллистики – это...

- рассчитать скорость движения снаряда при вылете из канала ствола

- рассчитать траекторию движения снаряда (и ее элементы в любой точке пространства)

- определить максимальную силу сопротивления движению снаряда

2. Линией выстрела называется ...

- направление оси канала ствола наведенного орудия
- направление оси канала ствола в момент вылета снаряда
- прямая, соединяющая точку вылета и цель

3. Точка вылета – это...

- положение центра масс снаряда в момент прохождения дна снаряда через дульный срез ствола

- положение дна снаряда в момент, когда прекращается механическая связь снаряда со стволов

- точка пересечения траектории снаряда с горизонтом орудия

4. Линией бросания называется ...

- направление оси канала ствола наведенного орудия
- направление оси канала ствола в момент вылета снаряда
- прямая, соединяющая точку вылета и цель

5. Угол вылета – это...

- угол между линией бросания и линией выстрела
- угол в вертикальной плоскости между линией выстрела и линией цели
- угол между линией цели и горизонтом орудия называется
- угол между линией бросания и горизонтом орудия

6. Угол бросания – это...

- угол между линией бросания и линией выстрела
- угол в вертикальной плоскости между линией выстрела и линией цели
- угол между линией цели и горизонтом орудия называется
- угол между линией бросания и горизонтом орудия

7. К элементам траектории в любой точке относятся:

- время полета
- дальность
- высота
- угол наклона касательной к траектории
- скорость
- давление воздуха
- плотность
- сила сопротивления

8. В какой из трех систем координат, используемых во внешней баллистике ось x совпадает с продольной осью снаряда

- нормальная
- скоростная
- связанная

9. В какой из трех систем координат, используемых во внешней баллистике ось x совпадает с вектором скорости снаряда

- нормальная
- скоростная
- связанная

10. Угол атаки – это...

- угол между продольной осью и проекцией вектора скорости на плоскость Oxy

- угол между вектором скорости и плоскостью Оху
- угол между продольной осью снаряда и вектором скорости.

Регламент проведения текущего контроля в форме тестирования

Количество заданий в банке вопросов	Количество заданий, предъявляемых студенту	Время на тестирование, мин.
не менее 90	30	15

## **Приложение 1 (справочное)**

### **РЕЦЕНЗИЯ**

**на рабочую программу дисциплины «Основы внешней баллистики и аэродинамики»  
ОП ВО по направлению шифр 17.05.02, направленность «Артиллерийское оружие»  
(квалификация выпускника – специалист)**

Маликов Н.Ш., ведущий научный сотрудник АО «ЦНИИ «Буревестник», к.т.н., проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Основы внешней баллистики и аэродинамики» ОП ВО по направлению шифр – «17.05.02», направленность «Артиллерийское оружие» (специалитет) разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Артиллерийское вооружение».

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению шифр – «17.05.02». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления шифр 17.05.02.

В соответствии с Программой за дисциплиной «Основы внешней баллистики и аэродинамики» закреплено 2 компетенции. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

**Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Основы внешней баллистики и аэродинамики» составляет 11 зачётных единицы (396 часа). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Основы внешней баллистики и аэродинамики» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению шифр – 17.05.02 и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления шифр 17.05.02.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, участие в тестировании), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления шифр 17.05.02.

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 12 наименований, Интер-

нет-ресурсы – 6 источника и *соответствует* требованиям ФГОС ВО направления *шифр 17.05.02*.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы внешней баллистики и аэродинамики» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Физические основы устройства оружия».

## **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы внешней баллистики и аэродинамики» ОПОП ВО по направлению *шифр 17.05.02*, направленность «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие» (квалификация выпускника – специалист), разработанная Жарков М.В., старший преподаватель соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Маликов Н.Ш., ведущий научный сотрудник АО «ЦНИИ «Буревестник»

---

«23» августа 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИПТМ

С.А. Манцеров

”23” августа 2023 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
«Б1.Б.37. «Основы внешней баллистики и аэродинамики»**

Индекс по учебному плану, наименование для подготовки специалистов

Направление: 17.05.02 «Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие»  
«Артиллерийское оружие»

Направленность: «Артиллерийское оружие»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021,2022

Курс 4

Семестр 7,8

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2021,2022 г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

.....;

.....;

.....

Разработчик (и): Жарков М.В.

«\_\_»\_\_\_\_ 2023г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры АВ

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_»\_\_\_\_ 2023г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой АВ \_\_\_\_\_ «\_\_»\_\_\_\_ 2023г.

Методический отдел УМУ: \_\_\_\_\_