

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 14 » марта 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Баллистика ствольного оружия  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 252 (7)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и  
ракетное оружие  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Роботизированные комплексы вооружений (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

- Овладение математическим аппаратом и программным обеспечением расчетов, обосновывающих исходную информацию для проектирования ствольной группы и агрегатов лафета;
- Получение навыков экспериментальной обработки и баллистических испытаний артиллерийского оружия;
- Приобретение опыта исследований внутрикамерных процессов в артиллерийских орудиях (АО).

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- явление выстрела как совокупность процессов преобразования химической энергии метательных веществ в тепловую энергию газов, кинетическую энергию движущихся элементов;
- методы решения прямой и обратной задачи внутренней и внешней баллистики;
- модели различных газодинамических схем артиллерийских орудий,
- методы проведения экспериментов по определению основных параметров выстрела.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-15	ИД-1ОПК-15	Знает: - основные уравнения газовой динамики и движения тел; - задачи баллистики и аэродинамики и методы их решения; - основные характеристики порохов для ракетных и ствольных систем.	Знает способы четкого формулирования целей и задач проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия.	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-15	ИД-2ОПК-15	<p>Умеет: - использовать уравнения сохранения и движения при решении задач баллистики и аэродинамики; - проводить проверочные и проектные расчеты применительно к узлам и агрегатам ракетного и ствольного оружия; - анализировать результаты решения задач баллистики и аэродинамики ракетного и ствольного оружия.</p>	<p>Умеет четко формулировать цели и задачи проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия.</p>	<p>Расчетно-графическая работа</p>
ОПК-15	ИД-3ОПК-15	<p>Владеет: - методами решения задач баллистики и аэродинамики; - программным обеспечением для численного решения задач баллистики и аэродинамики ракетного и ствольного оружия; - навыками определения основных входных параметров для решения задач баллистики и аэродинамики; - методами определения направлений изменения основных параметров для обеспечения требуемых выходных баллистических и аэродинамических характеристик ракетных и ствольных систем.</p>	<p>Владеет навыками четкого формулирования целей и задач проектных процедур, включая разработку тактико-технических заданий на проектирование стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия.</p>	<p>Экзамен</p>

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	80	80	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	34	34	
- лабораторные работы (ЛР)	8	8	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	136	136	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	252	252	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				
Введение	2	0	0	0
Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.				
Прямая (основная) задача внутренней баллистики (ОЗВБ).	2	0	2	6
Тема 1. Методы решения и основные допущения Методы решения прямой (основная) задачи внутренней баллистики (ОЗВБ). Допущения при ее решении. Давление форсирования. Учет второстепенных работ, совершаемых пороховыми газами. Учет теплоотдачи. Начальные условия. Подобие АО. Табличный метод решения прямой задачи.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Аналитические и численные методы решения прямой (основной) задачи внутренней баллистики (ОЗВБ).	4	4	14	36
Тема 2. Аналитическое решение прямой задачи методом Слухоцкого. Основные положения метода Слухоцкого. Допущения. Построение основных зависимостей по периодам выстрела. Тема 3. Газодинамический способ решения прямой (основной) задачи внутренней баллистики (ОЗВБ). Составление математической модели. Система уравнений для численного решения прямой (основной) задачи внутренней баллистики (ОЗВБ).				
Внутрибаллистическое проектирование.	4	0	6	12
Тема 4. Обратные задачи внутренней баллистики. Задача внутрибаллистического проектирования. Критерии оценки вариантов. Директивная диаграмма. Поправочные формулы внутренней баллистики. Пути повышения могущества артиллерийских орудий.				
Проектирование наддульных устройств.	8	4	4	28
Тема 5 Расчет дульного тормоза. Силовое воздействие газов на ствол и боевой расчет. Тема 6. Экспериментальные исследования эффективности наддульных устройств. Средства и оборудование для проведения экспериментальных исследований эффективности наддульных устройств.				
Прямая (основная) задача внешней баллистики.	4	0	4	16
Тема 7. Составление уравнений и свойства траекторий движения снаряда. Основные допущения и замечания. Составление уравнений продольного движения центра масс снаряда в воздухе. Общие свойства траекторий движения снаряда в воздухе. Исследование изменения скорости движения снаряда вдоль траектории. Понятие об угле максимальной дальности. Тема 8. Аналитические и табличные методы решения основной задачи внешней баллистики. Общие замечания. Параболическая теория. Подобие траекторий и табличные методы решения. Метод Сиаччи.				
Устойчивость движения и стабилизация вращающихся снарядов.	4	0	4	20
Тема 9. Вращательное движение снаряда на начальном участке траектории Понятие об устойчивости и стабилизации. Составление и решение дифференциальных уравнений вращательного движения снаряда на начальном участке траектории. Исследование характера колебаний оси снаряда на начальном участке траектории. Тема 10. Вращательное движение				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
снаряда на криволинейном участке траектории Составление и решение дифференциальных уравнений вращательного движения снаряда на криволинейном участке траектории. Исследование характера колебаний оси снаряда на криволинейном участке траектории.				
Поправочные формулы внешней баллистики.	3	0	1	10
Тема 11. Поправочные формулы и поправочные коэффициенты Вывод поправочной формулы. Поправка в дальность стрельбы на изменение начального веса снаряда. Поправка в дальность стрельба на постоянный продольный ветер. Табличные методы вычисления поправочных коэффициентов.				
Ошибки стрельбы и рассеивания снарядов.	3	0	1	8
Тема 12. Экспериментальные исследования процессов внешней баллистики. Определение начальной скорости. Определение аэродинамических характеристик снаряда. Характеристики рассеивания снарядов. Аналитические методы оценки характеристик рассеивания. Определение характеристик рассеивания методом статистических испытаний. Определение характеристик рассеивания по результатам стрельб.				
ИТОГО по 7-му семестру	34	8	36	136
ИТОГО по дисциплине	34	8	36	136

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Использование таблиц для решения ОЗВБ
2	Метод Слухоцкого. Основные допущения. Предварительный период. Основной период. Период адиабатического расширения
3	Знакомство с пакетом VBLAB. Составление математической модели выстрела
4	Задача внутрибаллистического проектирования
5	Надульные устройства. Классификация.
6	Измерительные средства и оборудование для проведения экспериментальных исследований надульных устройств
7	Решение уравнений продольного движения центра масс снаряда в воздухе
8	Таблицы стрельбы внешней баллистики
9	Решение дифференциальных уравнений вращательного движения снаряда на начальном участке траектории

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
10	Решение дифференциальных уравнений вращательного движения снаряда на криволинейном участке траектории
11	Применение поправочных формул и поправочных коэффициентов
12	Способы измерения начальной скорости снаряда

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение дульной скорости снаряда и скорости отката ствола, давления пороховых газов при выстреле
2	Определение характеристик и эффективности дульного тормоза

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

**6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**6.1. Печатная учебно-методическая литература**

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Баллистика ракетного и ствольного оружия : учебник / Ветров В. В., Жарков М. В., Закаменных Г. И., Комочков В. А. Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2010. 470 с.	30
2	Внешняя и внутренняя баллистика активно-реактивных снарядов : учебное пособие для втузов. Москва : Изд-во ЦНИИ информации, 1978. 135 с.	14
3	Внутренняя баллистика артиллерийских систем и некоторые задачи нестационарного теплообмена в их узлах : учебное пособие для вузов / Орлов Б.В., Плевако Л.С., Королев А.А., Юрьшев Ю.А., Трофимов В.С. Москва : Изд-во ЦНИИ информации, 1978. 136 с.	15
4	Внутренняя баллистика артиллерийского и стрелкового оружия : учебное пособие для вузов / Орлов Б.В., Морозов Ю.Н., Тюрин В.А., Юрьшев Ю.А., Патричная М.П. Москва : Изд-во ЦНИИ информации, 1975. 148 с.	7
5	Девяткин В. А. Последствие газов на ствол. Расчет и моделирование дульных тормозов : учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений. Пермь : Изд-во ПГТУ, 1999. 80 с.	23
6	Захаренков В. Ф. Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий : учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург : Изд-во БалГТУ, 2010. 275 с.	32
7	Орлов Б. В., Королев А. А., Тюрин В. А. Период последствия. Расчет надульных и подствольных газовых узлов : учебное пособие для вузов. Москва : Изд-во ЦНИИ информации, 1975. 168 с.	5
8	Романов Н.И. Проектирование импульсных тепловых машин: Лаб. практикум для студ. 4-5-го курсов спец. 17.13.00. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2002. 45 с.	4
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Егоров М. Ю. Численное моделирование процесса срабатывания артиллерийского выстрела : учебное пособие для элективного курса по прикладной математике. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2001. 74 с.	20
2	Серебряков М. Е., Гретен К. К., Оппоков Г. В. Внутренняя баллистика : учебник для втузов. Москва Ленинград : Оборонгиз, 1939. 592 с.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		



	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/lan64116">http://elib.pstu.ru/Record/lan64116</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 7 (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Испытательный стенд	1
Лекция	Доска	1
Лекция	Проектор, экран	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	8

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе