

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Суслин А. В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВНУТРЕННЯЯ БАЛЛИСТИКА

Направление/специальность подготовки	17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие
Специализация/профиль/программа подготовки	Самоходное артиллерийское и танковое оружие
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	4	144	85	51	17	17	59	0	18	41	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**17.05.02 Стрелково-пушечное, артиллерийское и ракетное оружие**

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И  
РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ

Цепелев Вячеслав Семенович, к.т.н., доцент, доцент

Кафедра Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И  
РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ

Яковлев Сергей Александрович, старший преподаватель

Кафедра Е1 СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОЕ, АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ И  
РАКЕТНОЕ ОРУЖИЕ

Новосельцев Арсений Владиславович, преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

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

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

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

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

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ВНУТРЕННЯЯ БАЛЛИСТИКА**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-7 — способность демонстрировать знание методов проектирования самоходного артиллерийского и танкового оружия

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-7**

*знания:*

на уровне представлений:

- процесса горения пороха;
- физики явления выстрела из огнестрельного оружия;
- совокупности задач и допущений, решаемых при баллистическом проектировании

огнестрельного оружия;

на уровне воспроизведения:

• определение состава основных изучаемых процессов, подбора проектных модулей, планирование и организация проведения эмпирических исследований, анализ и интерпретация их результатов, интерпретация и построение математических моделей для изучаемой предметной области;

- актуализация теоретико-методологических подходов к баллистическому исследованию;

на уровне понимания:

значимость и содержание основных задач баллистического проектирования при разработке, модернизации и обслуживании современных образцов огнестрельного оружия;

*умения:*

теоретические: знание баз данных порохов, современной методологии решения задач баллистического проектирования огнестрельного оружия и их программной реализации;

знание основ экспериментальной отработки внутри баллистического решения;

практические: выбор и анализ прототипа, установление состава исходной информации для проектных исследований, состав и сочетание переменных проектирования для баллистического варианта, рациональных по условиям заряжания и компоновки; выполнение анализа, оценки и корректной обработки результатов баллистического проектирования;

*навыки:*

• практического решения основных задач внутри баллистического проектирования огнестрельного оружия с использованием современного программного обеспечения и САПР;

- выбора рационального баллистического проекта оптимального для данного типа оружия.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

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

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТРЕЛКОВО-ПУШЕЧНОГО ВООРУЖЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПАРО, СТВОЛЫ И НАПРАВЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-7 — Способен анализировать текущее состояние и тенденции развития оружия и систем вооружения

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
4	7	<b>Раздел 1. Введение во внутреннюю баллистику.</b> Цель, задачи, структура и содержание курса. Основные понятия и определения. Баллистические схемы метательных установок огнестрельного оружия.	11	6	4	0	2	5	20
4	7	<b>Раздел 2. Основные сведения о порох.</b> Реакции взрывчатого превращения. Основные физико-энергетические характеристики порохов. Требования. Маркировка порохов. Современные тенденции развития метательных веществ: смесевые, низкомолекулярные пороха.	11	8	6	0	2	3	20
4	7	<b>Раздел 3. Пиростатика.</b> Физическая картина горения пороха. Законы скорости горения пороха: показательный, двучленный, линейный. Геометрический и физический законы горения пороха. Прогрессивность горения пороха. Основная зависимость пиростатики. Прогрессивность горения и её влияние на баллистический процесс. Закон изменения давления во времени при горении пороха в постоянном объеме. Определение основных характеристик порохов по опытам в манометрической бомбе.	14	10	8	0	2	4	20
4	7	<b>Раздел 4. АО как тепловая машина.</b> Процессы, протекающие при выстреле. Основные периоды выстрела. Явления, сопровождающие выстрел. Задачи внутренней баллистики. современные подходы.	10	6	6	0	0	4	10
4	7	<b>Раздел 5. Пиродинамика на основе термодинамического подхода (классическая постановка).</b> Краткие сведения из термодинамики: уравнения состояния пороховых газов; первый закон термодинамики для постоянного и переменного количества рабочего тела. Распределение скорости и давления газа в заснарядном объеме. Процесс врезания ведущего пояса в нарезы, сила сопротивления врезанию, давление форсирования. Силы, действующие на ведущий пояс снаряда при движении по каналу ствола. по каналу ствола. Зависимость между давлением на дно канала и дно снаряда. Среднебаллистическое давление. Работы, совершаемые при движении снаряда. Уравнение движения снаряда. Баланс энергии при выстреле, главная и второстепенные работы. Уравнении баланса энергии (уравнение Резаля), предельная скорость метания снаряда.	26	15	10	0	5	11	10
4	7	<b>Раздел 6. Прямая задача внутренней баллистики (ПЗВБ) в классической постановке.</b> Система уравнений ПЗВБ Аналитические решения ПЗВБ. Метод Н.Ф.Дроздова. Понятие о методике Б.В.Орлова Табличный метод. Основы численного моделирования ПЗВБ.	30	17	7	8	2	13	10
4	7	<b>Раздел 7. Пиродинамика в газодинамической постановке.</b> Система основных уравнений Математическая модель ПЗВБ.	9	4	4	0	0	5	5
4	7	<b>Раздел 8. Баллистическое проектирование ствола.</b> Алгоритм проектирования. Обратная задача внутренней баллистики. Методы решения. Принципы выбора рационального варианта. Особенности баллистики стрелкового оружия. Особенности баллистики минометов.	33	19	6	9	4	14	5
<b>Всего за 7 семестр</b>			144	85	51	17	17	59	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	85	51	17	17	59	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение во внутреннюю баллистику.	Формирование заданий на курсовую работу и выбор прототипа	2
2	Раздел 2. Основные сведения о порох.	Маркировка и основные характеристики порохов. Выбор пороха для основного заряда	2
3	Раздел 3. Пиростатика.	Определение характеристик пороха ( $f$ , $I_k$ , $u_1$ ) по опытам в манометрической бомбе.	2
4	Раздел 5. Пиродинамика на основе термодинамического подхода (классическая постановка).	Распределение скорости газа в заснарядном объеме. Распределение давления в заснарядном объеме. Расчет предельной скорости метания снаряда. Учет второстепенных работ.	5
5	Раздел 6. Прямая задача внутренней баллистики (ПЗВБ) в классической постановке.	Алгоритм построения пиродинамических кривых	2
6	Раздел 8. Баллистическое	Расчет исходного баллистического варианта	4

проектирование ствола.	приближенным методом.	
<b>Всего за 7 семестр</b>		17

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 6. Прямая задача внутренней баллистики (ПЗВБ) в классической постановке.	Решение прямой основной задачи внутренней баллистики (ПЗВБ)	8
2	Раздел 8. Баллистическое проектирование ствола.	Решение обратной основной задачи внутренней баллистики (ОЗВБ)	9
<b>Всего за 7 семестр</b>			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение во внутреннюю баллистику.	Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины	2
2		Сбор материалов по прототипу огнестрельного оружия для ДЗ	3
3	Раздел 2. Основные сведения о порохам.	Сбор материалов по прототипу огнестрельного оружия для ДЗ Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины	3
4	Раздел 3. Пиростатика.	Подготовка к практическим занятиям Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины	2
5		Анализ задания на КР	2
6	Раздел 4. АО как тепловая машина.	Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины Подготовка к практическим занятиям	4
7	Раздел 5. Пиродинамика на основе термодинамического подхода (классическая постановка).	Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины Подготовка к практическим занятиям	11
8	Раздел 6. Прямая задача внутренней баллистики (ПЗВБ) в классической постановке.	Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины	3
9		Подготовка к лабораторной работе Оформление результатов ЛР	3
10		Подготовка материалов этапа КР	7
11	Раздел 7. Пиродинамика в газодинамической постановке.	Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины	5
12	Раздел 8. Баллистическое проектирование ствола.	Подготовка к лабораторной работе Оформление результатов ЛР	2
13		Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины	3
14		Подготовка материалов этапа КР	9
Всего за 7 семестр			59

### 3.5. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ задания на курсовое баллистическое проектирование огнестрельного оружия	2 - 3	2
Этап 2. Оформление результатов поиска прототипа для использования в КР	3 - 5	3
Этап 3. Оформление результатов расчета исходного варианта	7 - 8	2

конструктивно-баллистического решения		
Этап 4. Оформление результатов решения обратной задачи внутренней баллистики в форме раздела пояснительной записки	11 - 12	2.5
Этап 5. Оформление результатов решения прямой задачи внутренней баллистики в виде раздела пояснительной записки	13 - 14	3.5
Этап 6. Окончательное оформление расчётно-пояснительной записки, графического и иллюстративного материала. Подготовка КР к защите	15 - 16	5
<b>Всего за 7 семестр</b>		<b>18</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7						ДР		ЛР		ДР			ЛР			ДР	Вопр. Экз, КР

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- КР – курсовая работа.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- курсовая работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Зайцев. . Устройство и проектирование стволов артиллерийских орудий. Старый Оскол: ТНТ, 2017, 80 экз.
2. В. Л. Баранов [и др.] ; Волгоград. гос. технич. ун-т. Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия. Ч. 1 Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного и артиллерийского оружия. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, 286 экз.
3. В. Ф. Захаренков. . Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 39 экз.
4. Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
5. М. Е. Серебряков. . Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. М.: Оборонгиз, 1962, 10 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Компьютерный комплект.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Комплект учебных плакатов по специзделиям;
3. Компьютерный комплект.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

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

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-7 способность демонстрировать знание методов проектирования самоходного артиллерийского и танкового оружия.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с моделированием явления выстрела, анализом и синтезом баллистического проекта ствола и определения нагруженности элементов конструкций систем стрелково-пушечного, артиллерийского и танкового оружия.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- курсовая работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**59 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 59 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

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

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

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

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение во внутреннюю баллистику.</b>		
Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины	В. Ф. Захаренков. . Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Введение, 1) В. Л. Баранов [и др.] ; Волгоград. гос. технич. ун-т. Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия.	2
Сбор материалов по прототипу огнестрельного оружия для ДЗ	Ч. 1 Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного и артиллерийского оружия: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1...3, приложения) Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (В.1)	3
Итого по разделу 1		5
<b>Раздел 2. Основные сведения о порохам.</b>		
Сбор материалов по прототипу огнестрельного оружия для ДЗ Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины	М. Е. Серебряков. . Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет: М.: Оборонгиз, 1962 (1) В. Ф. Захаренков. . Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1.1-1.4)	3
Итого по разделу 2		3
<b>Раздел 3. Пиростатика.</b>		
Подготовка к практическим занятиям Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (2) В. Ф. Захаренков. . Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1.5)	2
Анализ задания на КР		2
Итого по разделу 3		4
<b>Раздел 4. АО как тепловая машина.</b>		
Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины Подготовка к практическим занятиям	В. Ф. Захаренков. . Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3) А. С. Зайцев. . Устройство и проектирование стволов артиллерийских орудий: Старый Оскол: ТНТ, 2017 (1.2)	4
Итого по разделу 4		4
<b>Раздел 5. Пиродинамика на основе термодинамического подхода (классическая постановка).</b>		
Самостоятельная	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ	11

углубленная проработка разделов учебной дисциплины Подготовка к практическим занятиям	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (2-7.1...8.2) В. Ф. Захаренков. . Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1.6)	
Итого по разделу 5		11
Раздел 6. Прямая задача внутренней баллистики (ПЗВБ) в классической постановке.		
Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины	М. Е. Серебряков. . Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет: М.: Оборонгиз, 1962 (10)	3
Подготовка к лабораторной работе Оформление результатов ЛР		3
Подготовка материалов этапа КР		7
Итого по разделу 6		13
Раздел 7. Пиродинамика в газодинамической постановке.		
Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (2 ч.,12,15) В. Ф. Захаренков. . Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2)	5
Итого по разделу 7		5
Раздел 8. Баллистическое проектирование ствола.		
Подготовка к лабораторной работе Оформление результатов ЛР	Е. В. Чурбанов. . Краткий курс баллистики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (2 ч.-15) В. Ф. Захаренков. . Внутренняя баллистика и автоматизация проектирования артиллерийских орудий: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1.5,2.8)	2
Самостоятельная углубленная проработка разделов учебной дисциплины		3
Подготовка материалов этапа КР		9
Итого по разделу 8		14

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- курсовая работа;
- вопросы к экзамену;
- лабораторная работа;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Курсовая работа

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

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

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

Курсовая работа не принимается при наличии замечаний к пояснительной записке.

#### Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

#### Лабораторная работа

Оценка качества выполнения лабораторной работы осуществляется преподавателем по четырёхбалльной системе. В случае, если ответы обучающегося во время защиты соответствуют указанным требованиям, обучающийся получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от "отлично" до "неудовлетворительно" являются:

- небрежное выполнение,
- поверхностные, непродуманные ответы и выводы по результатам работы,
- неверные ответы на вопросы преподавателя

#### Экзамен

Экзамен проводится в традиционной форме. Обучающему необходимо дать развёрнутый ответ на один теоретический билет (два вопроса) и решить задачу.

Оценка выставляется согласно следующим критериям:

«отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;

«хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий;

«неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ПСК-7		
4	7	Раздел 1. Введение во внутреннюю баллистику.	11	6	4	0	2	5	20	Вопросы к экзамену, Курсовая работа	
4	7	Раздел 2. Основные сведения о порохам.	11	8	6	0	2	3	20	Вопросы к экзамену, Курсовая работа	
4	7	Раздел 3. Пиростатика.	14	10	8	0	2	4	20	Вопросы к экзамену, Курсовая работа	
4	7	Раздел 4. АО как тепловая машина.	10	6	6	0	0	4	10	Вопросы к экзамену, Курсовая работа	
4	7	Раздел 5. Пиродинамика на основе термодинамического подхода (классическая постановка).	26	15	10	0	5	11	10	Вопросы к экзамену, Курсовая работа	
4	7	Раздел 6. Прямая задача внутренней баллистики (ПЗВБ) в классической постановке.	30	17	7	8	2	13	10	Лабораторная работа, Вопросы к экзамену, Курсовая работа	
4	7	Раздел 7. Пиродинамика в газодинамической постановке.	9	4	4	0	0	5	5	Вопросы к экзамену, Курсовая работа	
4	7	Раздел 8. Баллистическое проектирование ствола.	33	19	6	9	4	14	5	Лабораторная работа, Вопросы к экзамену, Курсовая работа	
Всего за 7 семестр			144	85	51	17	17	59	100		
Всего по дисциплине			144	85	51	17	17	59	100		

## Критерии оценивания

### ПСК-7

#### Вопросы открытого типа:

- № 1 наука, занимающаяся изучением процессов выстрела при движении пули (снаряда, мины) по каналу ствола под действием давления пороховых газов
- № 2 наука, изучающая движение пули (снаряда, мины) на траектории после прекращения действия на нее пороховых газов
- № 3 наука, изучающая движение пули (снаряда, мины) в среде цели, преграды
- № 4 наука, изучающая движение пули (снаряда, мины) на некотором расстоянии после вылета из канала ствола пока пороховые газы продолжают оказывать действие на полет пули
- № 5 Какая сила является движущей во внутренней баллистике?
- № 6 Выражение какого закона сохранения представляет основное уравнение пиродинамики?
- № 7 Баллистикой называется наука о движении снарядов
- № 8 Коволюмом пороховых газов называется
- № 9 Какой из геометрических размеров порохового зерна является наиболее важным для баллистики?
- № 10 Как меняется объем расширения газов по мере горения пороховой навески массой  $\omega$  в замкнутом объеме  $W_0$ ?

#### Вопросы закрытого типа:

- № 1 Сколько опорных точек выделяют на пиродинамических кривых?
- A. три
- B. четыре
- C. пять
- D. шесть
- № 2 Какой набор текущих переменных определяет конец периода форсирования и начало пиродинамического периода выстрела?
- A.  $p=p_0; V=0; l=0; t=t_0; T=T_0; \psi=0; z=z_0$
- B.  $p=0; V=0; l=0; t=t_0; T=T_0; \psi=1; z=1$
- C.  $p=p_0; V=0; l=0; t=t_0; T=T_1; \psi=\psi_0; z=z_0$
- D.  $p=p_0; V=0; l=0; t=0; T=0; \psi=0; z=1$
- № 3 Какой набор текущих переменных определяет конец пиродинамического периода и начало термодинамического периода выстрела?
- A.  $p=p_k; V=V_k; l=l_k; t=t_k; T=T_k; \psi=1; z=z_k$
- B.  $p=0; V=0; l=0; t=t_0; T=T_0; \psi=1; z=1$
- C.  $p=p_0; V=0; l=0; t=t_0; T=T_1; \psi=\psi_0; z=z_0$
- D.  $p=p_0; V=V_m; l=l_m; t=t_m; T=0; \psi=1; z=1$
- № 4 Что представляет собой среднебаллистическое давление?
- A. среднее по заснарядному объему в данный момент времени
- B. среднее за время выстрела
- C. среднее за пиродинамический период
- D. среднее арифметическое между давлениями на дно канала и снаряда
- № 5 Какой раздел внутренней баллистики называется пиродинамикой?



- А. изучающий горение пороха при истечении газов из канала ствола
- В. изучающий горение пороха до начала движения пули
- С. изучающий горение пороха при движении снаряда
- № 6 D. изучающий расширение газов и движение снаряда после сгорания пороха  
Какое допущение относительно распределения скорости газопороховой смеси по заснарядному объему принимается в классической баллистике?
- А. постоянна
- В. по линейному закону
- С. по законам инерции
- № 7 D. по параболическому закону  
Что называется конечным импульсом давления пороховых газов ( $JK$ )?
- А. импульс давления от начала горения пороха до дульного момента времени  
импульс от начала горения пороха до набора  $p_{тах}$
- В. импульс от давления форсирования до конца периода последствия
- С. импульс за полное время горения пороха
- № 8 D. импульс давления от начала горения пороха до дульного момента времени  
импульс от начала горения пороха до набора  $p_{тах}$   
Определить полное пиростатическое давление в манометрической бомбе, если заданы:  $f=0,95 \text{ МДж/кг}$  – сила пороха;  $\alpha=1 \text{ дм}^3/\text{кг}$  – коволюм;  $\Delta=180 \text{ кг/м}^3$ .
- А.  $p_m \approx 21,5 \text{ МПа}$
- В.  $p_m \approx 250,5 \text{ МПа}$
- С.  $p_m \approx 107,4 \text{ МПа}$
- № 9 D.  $p_m \approx 208,5 \text{ МПа}$   
Определить необходимый объем манометрической бомбы, чтобы давление, развиваемое в ней, не превышало  $150 \text{ МПа}$  при сжигании пороха массой  $5 \text{ кг}$ , сила пороха -  $f=1 \text{ МДж/кг}$ ; коволюм -  $\alpha=1 \text{ дм}^3/\text{кг}$ ?
- А.  $W_0 > 3 \text{ м}^3$
- В.  $W_0 > 28,3 \text{ дм}^3$
- С.  $W_0 > 6,2 \text{ дм}^3$
- № 10 D.  $W_0 > 122,3 \text{ дм}^3$   
E.  $W_0 > 3 \text{ м}^3$   
Как учитывается при расчете пиростатического периода давление от сгорания воспламенителя?
- А. не учитывается
- В. учитывается
- С. учитывается по мере сгорания основного заряда
- D. учитывается в предположении, что воспламенитель сгорает до начала горения основного заряда