

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ГАЗОВЫЕ ПРИВОДЫ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И \_\_\_\_\_  
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Жеребин Александр Иванович, старший преподаватель

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И  
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Маштаков А.П., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Маштаков А.П., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ГАЗОВЫЕ ПРИВОДЫ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ**

## **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:

ПК-3.5 — Способен проводить проектирование гидравлических и пневматических приводов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-3.5**

*знания:*

- на уровне представлений: процессы горения твердых топлив, основные факторы, влияющие на их протекание, методы построения реакции параметров газового привода на изменение эксплуатационных факторов в системах различной сложности, особенности газовых приводов по сравнению с приводами иных типов;

- на уровне воспроизведения: изучить основные типовые элементы газовых приводов, принципы расчета параметров газовых приводов, определение характеристик газовых приводов, обеспечивающих требуемые параметры функционирования приводов в составе механических и иных систем

- на уровне понимания: принципы устройства и действия типовых схем с газовыми приводами, их особенности, в том числе, сравнительный анализ с гидравлическими, электрическими, механическими, пневматическими и иными агрегатами аналогичного назначения;

*умения:*

- теоретические: методы расчета параметров автономного, и в составе систем, функционирования источников рабочего тела газовых приводов (камер сгорания), свободное использование справочной и технической литературы для расчета таких систем, составления технических заданий на конструирование (проектирование);

- практические: применение программ и методик по расчету параметров систем, имеющих в составе газовые приводы, по расчету кинематических и динамических характеристик элементов этих систем и их анализ;

*навыки:*

проведение расчетных работ и анализ результатов расчетных и экспериментальных работ (испытаний) по определению параметров функционирования механических систем, в том числе для составления технического задания на проектирования (конструирование) оборудования, включающего в своем составе газовые приводы и их элементы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ГАЗОВЫЕ ПРИВОДЫ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ДЕТАЛИ МАШИН, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПУСКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ПК-3.2 — Способен проводить расчетную и экспериментальную отработку динамики и прочности конструкций изделий ракетно-космической техники

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-3.5
4	7	Раздел 1. Общие сведения о газовых приводах. 1.1. Предмет и задачи дисциплины. 1.2. Использование газовых приводов в современной технике.	5	2	2	0	3	10
4	7	Раздел 2. Составные элементы газовых приводов. 2.1. Основные сведения о порохах и газовых приводах. 2.2. Определения пороха и привода применительно к газовым приводам 2.3. Особенности газовых приводов стартовых комплексов по сравнению с электрическими, механическими, пневматическими и гидравлическими агрегатами аналогичного назначения и по сферам применимости.	12	4	4	0	8	15
4	7	Раздел 3. Классификация порохов. 3.1. Разновидности, состав, назначение, примеры использования. 3.2. Характеристики порохов. Требования и особенности порохов, используемых в газовых приводах. 3.3. Нитроцеллюлоза как основа баллистичных порохов. Свойства, этапы нитрирования, строение, полимеризация.	14	4	4	0	10	10
4	7	Раздел 4. Горение порохов. 4.1. Изменение представлений о процессе горения порохов. 4.2. Современная теория горения. Исходные положения. 4.3. Разбиение области горения на зоны. Основные процессы в зонах с точки зрения использования газовых приводов.	16	11	4	7	5	10
4	7	Раздел 5. Внутриваллистические характеристики. 5.1. Скорость горения. Влияние на скорость горения. 5.2. Аномальное горение. 5.3. Внутренняя баллистика как основная задача проектирования газовых приводов.	9	4	4	0	5	15
4	7	Раздел 6. Пиростатика. 6.1. Характеристическое уравнение. Общая формула пиростатики. 6.2. Геометрический закон. Давление в замкнутом объеме. 6.3. Расход из газогенератора.	9	4	4	0	5	10
4	7	Раздел 7. Динамика процессов в газогенераторах. 7.1. Баланс масс. Газогенератор с оптимальной расходной характеристикой. 7.2. Баланс энергии. Источники тепловых потерь в газовых приводах.	9	4	4	0	5	10
4	7	Раздел 8. Приводы открытия защитной крышки. 8.1. Приводы принудительно-инерционного типа. 8.2. Приводы поворотного типа.	18	12	2	10	6	10
4	7	Раздел 9. Решение прикладных задач. 9.1. Прямые схемы. 9.2. Газоидкостная схема. 9.3. Телескопический толкатель.	16	6	6	0	10	10
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 4. Горение порохов.	Лабораторная работа №1 Оценка параметров индивидуального варианта привода.	7
2	Раздел 8. Приводы открытия защитной крышки.	Лабораторная работа №2 Подбор параметров для выполнения условий функционирования привода под полной нагрузкой.	6
3		Лабораторная работа №3 Работа привода при разной величине нагрузки.	4
Всего за 7 семестр			17

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения о газовых приводах.	Подготовка к ПЗ №1 – подготовка сообщения по теме практического занятия	3
2	Раздел 2. Составные элементы газовых приводов.	Подготовка к ПЗ №2 – подготовка сообщения по теме практического занятия	8
3	Раздел 3. Классификация порохов.	Подготовка к ПЗ №3 – подготовка сообщения по теме практического занятия	10
4	Раздел 4. Горение порохов.	Подготовка к ПЗ №4 – подготовка сообщения по теме практического занятия	2
5		Подготовка к лабораторным работам №1, оформление отчетов.	3

6	Раздел 5. Внутрибаллистические характеристики.	Подготовка к ПЗ №5 – подготовка сообщения по теме практического занятия	5
7	Раздел 6. Пиростатика.	Подготовка к ПЗ №6 – подготовка сообщения по теме практического занятия	5
8	Раздел 7. Динамика процессов в газогенераторах.	Подготовка к ПЗ №7 – подготовка сообщения по теме практического занятия	5
9	Раздел 8. Приводы открытия защитной крыши.	Подготовка к ПЗ №8 – подготовка сообщения по теме практического занятия	3
10		Подготовка к лабораторным работам №2,3, оформление отчетов.	3
11	Раздел 9. Решение прикладных задач.	Подготовка к ПЗ №9 – подготовка сообщения по теме практического занятия	10
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>57</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					ВПЗ	ДР				ДР		ВПЗ			ЛР, Отч. по ЛР	ДР	ВПЗ

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР.

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Разработка РДТТ с оптимальными параметрами. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 44 экз.
2. . Разработка РДТТ с оптимальными параметрами. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
3. А. И. Жеребин, О. В. Андреев. Газовые приводы стартовых комплексов. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2025, эл. рес.
4. А. П. Маштаков. . Физические основы пуска. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 15 экз.
5. В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Защитные устройства пусковых установок. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, эл. рес.
6. В. П. Белов. Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 75 экз.
7. В. П. Белов. . Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
8. Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Системы катапультирования ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 18 экз.
9. Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Системы катапультирования ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
10. Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки. Москва: Машиностроение, 2011, эл. рес.
11. Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки. М.: Машиностроение, 2011, 18 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. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

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

### Информационные справочные системы:

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

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.



#### 5.6. Информационные технологии:

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

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска.

### **6.3. Прочее:**

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

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ГАЗОВЫЕ ПРИВОДЫ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПК-3.5 Способен проводить проектирование гидравлических и пневматических приводов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами теории и принципами построения приводов, использующих энергию продуктов сгорания твердых топлив, с основными сведениями о системах, приводимых в действие такими приводами.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

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

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

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

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

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

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Общие сведения о газовых приводах.</b>		
Подготовка к ПЗ №1 – подготовка сообщения по теме практического занятия	А. П. Маштаков. . Физические основы пуска: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1, 2) . Разработка РДТТ с оптимальными параметрами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1) Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Системы катапультирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1) В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Защитные устройства пусковых установок: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1) А. И. Жеребин, О. В. Андреев. Газовые приводы стартовых комплексов: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2025 (1)	3
Итого по разделу 1		3
<b>Раздел 2. Составные элементы газовых приводов.</b>		
Подготовка к ПЗ №2 – подготовка сообщения по теме практического занятия	. Разработка РДТТ с оптимальными параметрами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2) Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: М.: Машиностроение, 2011 (2) . Разработка РДТТ с оптимальными параметрами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2) В. П. Белов. Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2) Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Системы катапультирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2) А. И. Жеребин, О. В. Андреев. Газовые приводы стартовых комплексов: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2025 (1, 3)	8
Итого по разделу 2		8
<b>Раздел 3. Классификация порохов.</b>		
Подготовка к ПЗ №3 – подготовка сообщения по теме практического занятия	В. П. Белов. . Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3) . Разработка РДТТ с оптимальными параметрами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (3) Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Системы катапультирования ракет: СПб.БГТУ	10

	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (3) Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (3) А. И. Жеребин, О. В. Андреев. Газовые приводы стартовых комплексов: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2025 (2, 3)	
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Горение порохов.</b>		
Подготовка к ПЗ №4 – подготовка сообщения по теме практического занятия	А. И. Жеребин, О. В. Андреев. Газовые приводы стартовых комплексов: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2025 (4) . Разработка РДТТ с оптимальными параметрами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (4) Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Системы катапультирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4)	2
Подготовка к лабораторным работам №1, оформление отчетов.	В. П. Белов. . Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (4) Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: М.: Машиностроение, 2011 (4)	3
Итого по разделу 4		5
<b>Раздел 5. Внутрибаллистические характеристики.</b>		
Подготовка к ПЗ №5 – подготовка сообщения по теме практического занятия	. Разработка РДТТ с оптимальными параметрами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (5) Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: М.: Машиностроение, 2011 (5) В. П. Белов. . Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5) Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Системы катапультирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5) А. И. Жеребин, О. В. Андреев. Газовые приводы стартовых комплексов: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2025 (5, 4, 3)	5
Итого по разделу 5		5
<b>Раздел 6. Пиростатика.</b>		
Подготовка к ПЗ №6 – подготовка сообщения по теме практического занятия	. Разработка РДТТ с оптимальными параметрами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (5,6) Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Системы катапультирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5,6) В. П. Белов. Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5,6) Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (5,6) А. И. Жеребин, О. В. Андреев. Газовые приводы стартовых комплексов: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2025 (3)	5
Итого по разделу 6		5
<b>Раздел 7. Динамика процессов в газогенераторах.</b>		
Подготовка к ПЗ №7 – подготовка сообщения по теме практического занятия	А. И. Жеребин, О. В. Андреев. Газовые приводы стартовых комплексов: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2025 (6, 7, 8, 9) . Разработка РДТТ с оптимальными параметрами:	5

	СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (5,6) Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Системы катапультирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5,6) В. П. Белов. Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5,6) Ю. С Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (5,6)	
Итого по разделу 7		5
<b>Раздел 8. Приводы открытия защитной крыши.</b>		
Подготовка к ПЗ №8 – подготовка сообщения по теме практического занятия	В. Г. Долбенков, С. М. Дудин. . Защитные устройства пусковых установок: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1, 2) Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Системы катапультирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (6) . Разработка РДТТ с оптимальными параметрами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (6) В. П. Белов. Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (6) Ю. С Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (6)	3
Подготовка к лабораторным работам №2,3, оформление отчетов.	А. И. Жеребин, О. В. Андреев. Газовые приводы стартовых комплексов: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2025 (10)	3
Итого по разделу 8		6
<b>Раздел 9. Решение прикладных задач.</b>		
Подготовка к ПЗ №9 – подготовка сообщения по теме практического занятия	А. И. Жеребин, О. В. Андреев. Газовые приводы стартовых комплексов: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2025 (8, 12, 13) Ю. А. Круглов, В. П. Зюзликов, Б. Е. Синильщиков. . Системы катапультирования ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (6) . Разработка РДТТ с оптимальными параметрами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (6) Ю. С Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев. . Твёрдотопливные регулируемые двигательные установки: Москва: Машиностроение, 2011 (6) В. П. Белов. . Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (6)	10
Итого по разделу 9		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- 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.

#### Вопросы/задания по темам ПЗ

Выполнение задания является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по соответствующему разделу дисциплины. Оценивается полнота, соответствие заданию, верность полученных результатов и способность их объяснить.

Если задание соответствует указанным требованиям, оно считается выполненным.

Примеры заданий по темам ПЗ входят в состав УМК дисциплины.

#### Лабораторная работа

Допуск к выполнению ЛР происходит, при условии наличия у студента печатной версии титульного листа отчета по лабораторной работе, в форме устного собеседования по тематике лабораторной работы. Ответы на более 50% вопросов является допуском к лабораторной работе.

#### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном для отчета по лабораторной работе. Допускается использование электронной версии отчета. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Ответы на более 50% вопросов является защитой лабораторной работы.

#### Экзамен

Допуском к сдаче экзамена является выполнение всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий рабочей программы дисциплины.

Экзамен проводится в форме устных ответов на вопросы экзаменационного билета. Оценка за экзамен выставляется по результатам ответов на 2 вопроса экзаменационного билета и возможные дополнительные вопросы:

«отлично» - полный ответ на 2 вопроса билета и возможные дополнительные вопросы;

«хорошо» - незначительные замечания на ответы по 2 основным вопросам и неполные ответы на дополнительные вопросы;

«удовлетворительно» - неполные ответы на 2 вопроса билета, отсутствие ответов на отдельные дополнительные вопросы;

«неудовлетворительно» - неполный ответ на один вопрос билета, отсутствие ответа на второй и дополнительные вопросы.

Перечень экзаменационных вопросов представлен в УМК для дисциплины.

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		ПК-3.5	
4	7	Раздел 1. Общие сведения о газовых приводах.	5	2	2	0	3	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 2. Составные элементы газовых приводов.	12	4	4	0	8	15	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 3. Классификация порохов.	14	4	4	0	10	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 4. Горение порохов.	16	11	4	7	5	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 5. Внутрибаллистические характеристики.	9	4	4	0	5	15	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 6. Пиростатика.	9	4	4	0	5	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 7. Динамика процессов в газогенераторах.	9	4	4	0	5	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	7	Раздел 8. Приводы открытия защитной крыши.	18	12	2	10	6	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
4	7	Раздел 9. Решение прикладных задач.	16	6	6	0	10	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	



## Оценочные материалы по дисциплине ГАЗОВЫЕ ПРИВОДЫ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

### ПК-3.5 - Способен проводить проектирование гидравлических и пневматических приводов

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Среди предложенных форм порохового элемента укажите те, у которых конечное значение поверхности горения равно нулю
1. шар
  2. куб
  3. равновысокий цилиндр
  4. лента
- № 2 Прочитайте текст и установите последовательность  
Укажите порядок протекающих процессов при горении баллиститного топлива
1. Размягчение и частичное плавление материала заряда
  2. Плавление, испарение, возгонка
  3. Реакции в газовой фазе
  4. Частичное разложение, испарение, возгонка, приведение к газовой фазе
  5. Догорание за пределами объема камеры сгорания
- № 3 Прочитайте текст и установите последовательность  
Рассматривается работа газового привода открытия защитной крыши сдвижного типа. Источник рабочего тела работает весь период движения. Во время движения реализуется докритический режим истечения. Укажите последовательность событий при открытии крыши приводом.
1. Работа КС на сверхкритическом режиме истечения
  2. Прорыв заглушки соплового блока.
  3. Торможение крыши.
  4. Перемещение крыши на основном пути движения. Происходит при меньшем уровне давления в системе.
  5. Подъем давления в системе до исчерпания прочности завала, препятствующего перемещению крыши.
  6. Воспламенение заряда и подъем давления в камере сгорания, прорыв заглушки соплового блока.
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Одной из характеристик материала твердого топлива является такая характеристика, как температура горения. Выберите верное высказывание, соответствующее определению этой характеристики
1. температура продуктов сгорания при покидании ими области (слоя), в которой происходит горение
  2. температура продуктов сгорания в камере при горении при постоянном давлении
  3. температура продуктов сгорания в камере при горении в постоянном объеме
  4. температура на поверхности материала топлива горящего заряда

- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- При описании источников рабочего тела имеет важное значение коэффициент прогрессивности камеры сгорания. Выберите высказывание, которое соответствует этой характеристике
1. удлинение сверхзвуковой части сопла относительно диаметра критики
  2. отношение конечного давления в камере к начальному
  3. отношение конечного газорасхода из камеры к начальному
  4. отношение конечной поверхности горения к начальной
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- О возникновении специфического режима горения заряда твердого топлива в камере судят по величине параметра Победоносцева. Выберите высказывание, которое соответствует этой характеристике
1. специфическая габаритная характеристика заряда
  2. параметр показывает наличие в продуктах сгорания негазообразных продуктов
  3. определяет время выравнивания в манометрической бомбе
  4. отношение площади горячей поверхности к площади сечения, через которую протекают продукты сгорания, поступившие в камеру с этой горячей поверхности
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Используется привод с газовым вытеснителем. В каком случае источник рабочего тела привода не нагружен внутренним давлением до момента его задействования?
1. использование баллонов с воздухом высокого давления (ВВД)
  2. использование баллонов с азотом высокого давления
  3. использование парогазогенератора (ПГГ)
  4. использование порохового аккумулятора давления (ПАД)
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Дана защитная крыша, перемещаемая горизонтально газовым приводом сдвижного типа. Скорость перемещения крыши не превышает 2-3 м/с. Какие из указанных сил не учитываются при оценке затрат энергии для осуществления перемещения?
1. сила тяжести
  2. сила трения
  3. поршневая сила, определяемая давлением газов в подпоршневой полости силового цилиндра
  4. сила внешнего сопротивления
- № 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- В сверхкритическом пороховом аккумуляторе давления используется заряд в виде цилиндрического многоканального моноблока, бронированного по наружной и торцевым поверхностям. Справедлив степенной закон скорости горения. Произведем два отжига, причем второй с увеличенной площадью критического сечения соплового блока. Изменится ли во втором случае время работы ПАД (время сгорания заряда), максимальное давление в КС и максимальный газорасход из камеры? Если изменится, то каким образом? Почему они поведут себя таким образом?
- № 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- В сверхкритическом пороховом аккумуляторе давления используется заряд в виде

цилиндрического многоканального моноблока, бронированного по наружной и торцевым поверхностям. Справедлив степенной закон скорости горения. Произведем два отжига, причем второй с увеличенной площадью критического сечения соплового блока. Изменится ли во втором случае время работы ПАД (время сгорания заряда), максимальное давление в КС и максимальный газорасход из камеры? Если изменится, то каким образом?

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Приведите в соответствие автора (соавтора) теории (гипотезы) горения твердых ракетных топлив (порохов) и вид функции закона линейной скорости горения

Автор (соавтор) теории (гипотезы)	Вид функции
1. Летан	А. Степенная функция от давления
2. Мюраур	Б. Двучленная линейная функция давления
3. Зельдович	В. Одночленная линейная функция давления
4. Аррениус	Г. Не разрабатывал теорию горения ТРТ

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Приведите в соответствие высказывание про характеристику или её автора с описанием этой характеристики

Высказывание (автор)	Описание
1. Важнейшей внутрибаллистической характеристикой является	А. Линейная скорость горения
2. Параметр Победоносцева это	Б. Гравиметрическая плотность топлива
3. Если горение идет за счет ударов «горячих» молекул о поверхность заряда, то скорость горения пропорциональна макропараметру	В. Давление в объеме камеры сгорания  Г. Отношение характерных площадей