

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование ракетных двигателей твердого топлива
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ 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	
3	5	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ \_\_\_\_\_

Мустейкис Антон Иванович, старший преподаватель

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

### **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-5 — Способен проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов

ПК-6 — Способен разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) твердотопливных ракетных двигателей и их составных элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-5**

*знания:*

Область применения и специфика конструкции РДТТ. Особенности внутрикамерных процессов и требования, предъявляемые к конструкции. Особенности функционирования и управления параметрами РДТТ;

*умения:*

Соотнести энергетические показатели РДТТ и особенности схемных решений конструкции в условиях эксплуатации. Обосновать выбор вида топлива и ТЗП;

*навыки:*

Произвести поиск, систематизацию и анализ информации по конструктивным решениям РДТТ.

### **ПК-6**

*знания:*

Конструктивные особенности РДТТ различного назначения, особенности функционирования отдельных элементов конструкции и принцип их разработки;

*умения:*

Обосновать выбор конструктивных решений для РДТТ;

*навыки:*

Разработки эскизного проекта РДТТ и его узлов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **РАСЧЁТ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-7 — Способен критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте

### 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	Практические занятия		ПК-5	ПК-6
3	5	Раздел 1. Классификация и область применения РДТТ. Основные энергетические характеристики РД. Классификация и область применения РДТТ. Этапы развития. Энергетические характеристики РД. Тяга РД. Удельный импульс. Пустотный и расчетный режимы истечения из сопла. Импульсные коэффициенты потерь. Зависимость характеристик РД в зависимости от вида топлива.	6	4	4	0	2	10	10
3	5	Раздел 2. Химические топлива РДТТ. Основные виды топлива для РДТТ: смесевое, баллиститное. Характеристики топлив. Энергетические характеристики РД в зависимости от назначения изделия и вида топлива. Особенности расчета термогазодинамических характеристик РД.	12	4	4	0	8	15	10
3	5	Раздел 3. Основные элементы РДТТ. Конструктивно-компоновочная схема РДТТ. Основные элементы их устройство и назначение: камера, сопловая часть, топливный заряд.	34	24	10	14	10	20	20
3	5	Раздел 4. Организация рабочего процесса в КС. Особенности внутрикамерных процессов. Воспламенительные устройства. Виды тепловой защиты РДТТ. Требования к теплозащите элементов конструкции.	28	18	8	10	10	20	20
3	5	Раздел 5. Основные элементы автоматики двигателей. Принцип работы ДУ, особенности запуска и останова. Регулирование РДТТ. Система управление вектором тяги. Система дросселирования тяги РДТТ.	24	16	6	10	8	20	20
3	5	Раздел 6. Перспективы развития РДТТ. Особенности модернизации РДТТ и их составных частей. Перспективные конструкционные и теплозащитные материалы.	4	2	2	0	2	15	20
Всего за 5 семестр			108	68	34	34	40	100	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Основные элементы РДТТ.	Изучение элементов конструкции РДТТ различного назначения	14
2	Раздел 4. Организация рабочего процесса в КС.	Изучение конструкции воспламенительных устройств и особенностей тепловой защиты элементов конструкции РДТТ различного назначения	10
3	Раздел 5. Основные элементы автоматики двигателей.	Изучение исполнительных механизмов системы управления вектором тяги и систем дросселирования тяги для РДТТ различного назначения	10
Всего за 5 семестр			34

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Классификация и область применения РДТТ. Основные энергетические характеристики РД.	Изучение рекомендуемой литературы	2
2	Раздел 2. Химические топлива РДТТ.	Изучение рекомендуемой литературы	8
3	Раздел 3. Основные элементы РДТТ.	Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к ПЗ	10
4	Раздел 4. Организация рабочего процесса в КС.	Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к ПЗ	10
5	Раздел 5. Основные элементы автоматики двигателей.	Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к ПЗ	8
6	Раздел 6. Перспективы развития РДТТ.	Изучение рекомендуемой литературы.	2

**4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
2. В. П. Белов. . Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
3. В. П. Белов. . Сопловые блоки ракетных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.

### 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://ibooks.ru/> - ЭБС "Айбукс";
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова — 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. Практические занятия:**

1. Интерактивная доска;
2. Макеты РДТТ (С-125, Р-31, С-3С).

### **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 **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению **24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-5 Способен проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов;

ПК-6 Способен разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) твердотопливных ракетных двигателей и их составных элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с устройством и принципом работы РДТТ, требованиями к составным частям ДУ в зависимости от назначения ЛА.

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;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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. Классификация и область применения РДТТ. Основные энергетические характеристики РД.</b>		
Изучение рекомендуемой литературы	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1.1, 2)	2
Итого по разделу 1		2
<b>Раздел 2. Химические топлива РДТТ.</b>		
Изучение рекомендуемой литературы	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1.3)	8
Итого по разделу 2		8
<b>Раздел 3. Основные элементы РДТТ.</b>		
Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к ПЗ	В. П. Белов. . Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-2)	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Организация рабочего процесса в КС.</b>		
Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к ПЗ	В. П. Белов. . Сопловые блоки ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4) Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (8, 15.1-15.6)	10
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Основные элементы автоматики двигателей.</b>		
Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к ПЗ	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (22)	8
Итого по разделу 5		8
<b>Раздел 6. Перспективы развития РДТТ.</b>		
Изучение рекомендуемой литературы.	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (22)	2
Итого по разделу 6		2

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к экзамену;
- 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

В ходе занятий студенты изучают устройство препарированных образцов РДТТ, альбомов конструкций и представления устных докладов по заданному образцу РДТТ в рамках тематики практического занятия. Защита проводится в устной форме и подразумевает ответы на три вопроса по тематике ПЗ (перечень вопросов размещен в УМК дисциплины) и конструкции изделия.

Критерии оценивания выполнения ПЗ:

Устный доклад не сделан – 0 баллов;

устный доклад сделан – 5 или 7 баллов (в зависимости от темы практического занятия);

устный доклад, участие в обсуждении докладов – 12 или 14 баллов (в зависимости от темы практического занятия);

устный доклад, участие в обсуждении докладов, ответ на два вопроса преподавателя – 15 или 20 баллов (в зависимости от темы практического занятия).

Итоговый балл получается суммированием набранных баллов.

#### Вопросы к экзамену

Вопросы к экзамену содержатся в УМК дисциплины.

Билеты к экзамену утверждаются на заседании кафедры А8 перед сессией.

#### Экзамен

Предусматривается два сценария проведения экзамена.

1. Экзамен выставляется по количеству баллов, заработанными обучающимся в течении семестра. Суммарный балл выставляется по результатам написания диагностических работ, посещаемости аудиторных занятий и баллов за выполнение практических заданий.

Критерии оценивания:

менее 60 балла - неудовлетворительно;

60 - 74 балла - удовлетворительно;

75 - 84 балла - хорошо;

85 и более баллов - отлично.

2. Экзамен проводится экзамен в форме устного ответа студента по билетам, содержащим два теоретических вопроса.

Критерии оценивания:

отсутствие ответа на оба вопроса - неудовлетворительно;

развернутый ответ хотя бы на один вопрос - удовлетворительно;

развернутый ответ хотя бы на один вопрос и частичный ответ на второй вопрос - хорошо;

развернутый ответ на оба вопроса - отлично.

Вопросы представлены в УМК 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	Практические занятия		ПК-5	ПК-6	
3	5	Раздел 1. Классификация и область применения РДТТ. Основные энергетические характеристики РД.	6	4	4	0	2	10	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	5	Раздел 2. Химические топлива РДТТ.	12	4	4	0	8	15	10	Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	5	Раздел 3. Основные элементы РДТТ.	34	24	10	14	10	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	5	Раздел 4. Организация рабочего процесса в КС.	28	18	8	10	10	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	5	Раздел 5. Основные элементы автоматики двигателей.	24	16	6	10	8	20	20	Вопросы/ задания по темам ПЗ
3	5	Раздел 6. Перспективы развития РДТТ.	4	2	2	0	2	15	20	Вопросы к экзамену
Всего за 5 семестр			108	68	34	34	40	100	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**ПК-5 - Способен проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

При разработке нового твердотопливного ракетного двигателя рассматривается возможность замены стандартного топлива на топливо с повышенной энергетической эффективностью. Как изменение состава топлива повлияет на работу двигателя, его механическую конструкцию и эксплуатационные характеристики?

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

При проектировании РДТТ важно учитывать влияние различных факторов на работу двигателя. Установите соответствие между внешними факторами и их влиянием на работу двигателя.

1. Высота полёта

2. Температура окружающей среды

3. Вибрационные нагрузки

4. Ускорения при старте

А - Изменение расхода топлива из-за различий в сопротивлении воздуха

Б - Влияет на качество воспламенения и стабильность горения топлива

В - Определяет условия работы сопла и эффективность расширения газов

Г - Может вызвать механические повреждения конструктивных элементов

Д - Влияет на устойчивость к нагрузкам при выходе на расчётную траекторию

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

В процессе проектирования РДТТ требуется установить соответствие между характеристиками топлива и их влиянием на параметры работы двигателя.

1. Высокая плотность

2. Высокая теплота сгорания

3. Высокая скорость горения

4. Низкая гигроскопичность

А - Повышает энергетическую эффективность двигателя

Б - Уменьшает вероятность разрушения заряда при вибрации

В - Позволяет уменьшить размеры двигателя при той же массе топлива

Г - Снижает вероятность ухудшения характеристик топлива при хранении

Д - Позволяет обеспечить стабильное горение при изменяющихся внешних условиях

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

При экстремальном перегреве корпуса двигателя могут произойти необратимые процессы, приводящие к его разрушению. Установите верную последовательность этих процессов.

1) Деформация корпуса

2) Локальное превышение предела прочности

3) Прогрессирующее разрушение конструкции

- 4) Рост внутренних напряжений
  - 5) Разрыв корпуса и выброс топлива
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность
- В ходе испытаний твердотопливного ракетного двигателя обнаружены колебания тяги, вызванные неравномерным горением заряда. Установите правильную последовательность действий по диагностике и устранению этой проблемы.
- 1) Анализ состава и свойств топлива, выявление возможных неоднородностей
  - 2) Исследование геометрии заряда и распределения давления в камере сгорания
  - 3) Моделирование процессов горения и анализ влияния конструктивных факторов
  - 4) Внесение изменений в рецептуру топлива или конструкцию заряда
  - 5) Проведение повторных испытаний для подтверждения устранения проблемы
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какое основное назначение сопла твердотопливного двигателя?
1. Расширение и ускорение газового потока
  2. Охлаждение корпуса двигателя
  3. Управление вектором тяги
  4. Снижение температуры газов
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какова основная функция газогенератора в конструкции РДТТ?
1. Образование рабочего тела для управления соплом
  2. Ускорение горения топлива
  3. Снижение температуры газов
  4. Охлаждение соплового блока
- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- В процессе проектирования РДТТ необходимо выбрать оптимальную геометрию топливного заряда. Как различные формы каналов (осевой, звездообразный, перфорированный) влияют на характеристики работы двигателя?
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Что является основным фактором, влияющим на долговечность РДТТ?
1. Износ механических частей
  2. Химическая стабильность топлива
  3. Усталостные напряжения корпуса
  4. Деградация системы автоматики
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие преимущества обеспечивает профилирование сверхзвуковой части сопла?
1. Возможность варьировать длину сверхзвуковой части
  2. Повышение эффективности ТЗП
  3. Упрощение регулирования

#### 4. Снижение потерь

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Для какого узла РДТТ характерно применение вольфрама, графита?

1. Вкладыш соплового блока
2. Обечайка корпуса
3. Газовые рули
4. Днища

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

**Какие факторы определяют механическую прочность заряда топлива в РДТТ?**

1. Температурный коэффициент расширения топлива
2. Адгезия топлива к корпусу двигателя
3. Плотность топлива
4. Время выдержки топлива перед запуском

**ПК-6 - Способен разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) твердотопливных ракетных двигателей и их составных элементов**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Разработка технического проекта РДТТ включает несколько ключевых этапов. Установите соответствие между этапами проектирования и выполняемыми на них задачами.

1. Анализ требований к двигателю
2. Концептуальное проектирование
3. Разработка конструктивных решений
4. Испытания опытных образцов

А - Проверка соответствия расчетных параметров реальным испытаниям

Б - Определение основных характеристик, выбор схемы двигателя

В - Подбор материалов, расчет нагрузок и тепловых режимов

Г - Испытания опытных образцов в натурных условиях

Д - Определение массы, тяги, импульса и условий эксплуатации двигателя

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

При проектировании заряда топлива для РДТТ необходимо учитывать скорость горения, равномерность истечения и стабильность тяги. Установите правильную последовательность процесса оптимизации заряда.

- 1) Определение геометрии заряда для обеспечения требуемого профиля тяги
- 2) Расчет скорости горения и давления в камере сгорания
- 3) Подбор химического состава топлива с учетом необходимого удельного импульса
- 4) Проведение стендовых испытаний опытных зарядов
- 5) Корректировка состава и геометрии заряда по результатам испытаний

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Для обеспечения термостойкости корпуса РДТТ необходимо провести расчёт и выбор теплоизоляционного покрытия камеры сгорания. Определите правильную последовательность этапов.



- 1) Определение температурных условий работы двигателя
  - 2) Выбор материалов с необходимыми термостойкими характеристиками
  - 3) Расчёт теплопроводности и термостойкости покрытия
  - 4) Разработка технологии нанесения покрытия
  - 5) Проведение испытаний покрытия на термостойкость и эрозионную устойчивость
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какой параметр является основным при оценке эффективности топлива для РДТТ?
1. Температура плавления топлива
  2. Удельный импульс топлива
  3. Коэффициент термического расширения
  4. Вязкость топлива
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Что обеспечивает равномерное горение твердого топлива в двигателе?
1. Плотность топлива
  2. Форма канала в заряде
  3. Температура окружающей среды
  4. Длина корпуса двигателя
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какая основная причина может привести к разрушению корпуса твердотопливного двигателя?
1. Вибрационные нагрузки
  2. Разрушение топлива
  3. Превышение расчетного давления
  4. Высокая плотность теплового потока в стенку
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Как можно контролировать скорость горения твердого топлива?**
1. Изменением давления в камере
  2. Введением антипиренов
  3. Использованием катализаторов горения
  4. Увеличением толщины заряда
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие основные методы охлаждения применяются для РДТТ?
1. Абляционное охлаждение
  2. Радиационное охлаждение
  3. Тепловая изоляция корпуса
  4. Жидкостное охлаждение

№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Сопловой блок РДТТ в процессе работы испытывает экстремальные температуры. Предложите варианты технологических решений для улучшения тепловой защиты сопла РДТТ.

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Минимизация массы ракеты является ключевым фактором для увеличения ее полезной нагрузки и дальности полета.

Разработайте конструкцию корпуса РДТТ для сверхлегкой ракеты-носителя. Обоснуйте выбор материалов, геометрии конструкции и методы снижения массы без потери прочности и надежности.

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Разработка технического проекта РДТТ требует подбора оптимальных конструкционных материалов для различных элементов двигателя. Установите соответствие между материалами и их применением.

1. Алюминиевые сплавы
2. Углерод-углеродные композиты
3. Титановые сплавы
4. Жаропрочная сталь

А - Используются для сопловых вставок и тепловой защиты благодаря высокой температурной стойкости

Б - Применяются в корпусах легких изделий благодаря малой массе

В - Отличаются высокой прочностью и коррозионной стойкостью, используются в несущих элементах

Г - Используются для теплозащиты сопел и высокотемпературных зон двигателя

Д - Обладают высокой механической прочностью при высоких температурах, применяются в крупных корпусных элементах

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие свойства важны для полимерного связующего в твердых топливах?

1. Высокая эластичность
2. Высокая механическая прочность
3. Высокая электропроводность
4. Термостойкость