

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок
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	
5	9	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 составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ _____

Локтев Юрий Валерьевич, преподаватель

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ _____

Локтева Светлана Сергеевна, к.т.н., доцент

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

ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

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-1.7 — Способен производить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующих двигателей летательных аппаратов и их элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1.7

знания:

на уровне представлений: физико-химические процессы преобразования энергии, происходящие в двигателях твердого топлива на этапе запуска, функционирования на расчетном режиме и выключения;

на уровне воспроизведения: энергетических и эксплуатационных свойств твердых топлив;

на уровне понимания: конструктивную структуру и характеристики элементов двигателя, как автономных единиц, так и в сборке.;

умения:

теоретические: основные методологические аспекты построения и функционирования автоматических систем управления рабочими параметрами РД и ВТУ.

практические: приемы расчетов и обоснования вариантов твердотопливных двигателей различного целевого назначения;

навыки:

пользование методиками и программами при решении задач проектного, технологического и эксплуатационного характера.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-1.7 — Способен производить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующих двигателей летательных аппаратов и их элементов

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, % ПСК-1.7
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		
5	9	Раздел 1. Введение. Определения. Особенности. Достоинства, недостатки. Области применения. Классификация.	2	2	2	0	0	10
5	9	Раздел 2. Особенности конструкции РДТТ. Принципиальная схема, конструктивные схемы РДТТ. Основные элементы и узлы конструкции, назначение.	2	2	2	0	0	10
5	9	Раздел 3. Заряды твердого топлива. Основные требования. Баллистические ЗТТ. Смесевые ЗТТ. Пастообразные ракетные топлива. Обобщенные характеристики. Формы зарядов. Основы газодинамического расчета РДТТ.	2	2	2	0	0	10
5	9	Раздел 4. Особенности рабочего процесса в РДТТ. Скорость горения ТРТ как основной расчетный параметр. Основные сведения о физикохимических законах горения баллистических и смесевых ТРТ. Зависимости скорости ТРТ от давления и начальной температуры. Понятие о стационарной и нестационарной скоростях горения ТРТ. Горение твердых ракетных топлив в условиях обдува горячей поверхности газовым потоком. Неустойчивость рабочего процесса в РДТТ. Расчет ЗТТ.	24	14	4	10	10	10
5	9	Раздел 5. Теплообмен в РДТТ. Общие сведения о теплообмене в РДТТ. Конвективный и лучистый теплообмен. Основные способы тепловой защиты элементов конструкции РДТТ. Расчет ТЗП.	20	10	4	6	10	10
5	9	Раздел 6. Процесс воспламенения основного РДТТ. Способы воспламенения ЗТТ. Конструктивные схемы. Состав. Методы выбора типа и массы заряда воспламенительного устройства. Приближенный расчет изменения давления в камере при запуске.	4	4	4	0	0	10
5	9	Раздел 7. Управление тягой РДТТ. Способы регулирования тягой по величине и направлению. Отсечка тяги. Пути создания РДТТ с многократным включением.	4	4	4	0	0	10
5	9	Раздел 8. Прочностные характеристики конструкций. Материалы для изготовления элементов конструкции двигателя. Выбор рабочего давления в камере сгорания. Нахождение оптимального соединения минимального веса, удовлетворяющего требованиям ТЗ по весу. Особенности конструкции корпусов РДТТ из стеклопластика и способы нахождения оптимальной толщины стенки. Методы расчета корпуса двигателя на прочность и несущую способность.	24	14	4	10	10	10
5	9	Раздел 9. Выбор параметров двигателя. Приближенные методы определения оптимальных проектных параметров РДТТ. Комплекс средств автоматизации проектирования. Разработка принципов, методов и систем автоматизированного проектирования и конструирования РДТТ.	17	12	4	8	5	10
5	9	Раздел 10. Тенденции развития РДТТ. Применение высокоэффективных компонентов ТРТ в двигателях с раздельным зарядом. Разработка двигателей с регулированием тяги. Повышение надежности РДТТ.	9	4	4	0	5	10
Всего за 9 семестр			108	68	34	34	40	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 4. Особенности рабочего процесса в РДТТ.	Особенности расчета ЗТТ в зависимости от формы заряда ТТ	10
2	Раздел 5. Теплообмен в РДТТ.	Методика расчета ТЗП	6
3	Раздел 8. Прочностные характеристики конструкций.	Методы расчета корпуса РДТТ на прочность	10
4	Раздел 9. Выбор параметров двигателя.	Особенности проектирования РДТТ, анализ оптимальных параметров двигателя	8
Всего за 9 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 4. Особенности рабочего процесса в РДТТ.	Подготовка к практическому занятию	5
2		Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	5
3	Раздел 5. Теплообмен в РДТТ.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	5

4		Подготовка к практическому занятию	5
5	Раздел 8. Прочностные характеристики конструкций.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	5
6		Подготовка к практическому занятию	5
7	Раздел 9. Выбор параметров двигателя.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	3
8		Подготовка к практическому занятию	2
9	Раздел 10. Тенденции развития РДТТ.	Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	5
Всего за 9 семестр			40

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
9					Тест	ДР			Тест	ДР					ДЗ, Тест	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Тест – тест.

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- тест.

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

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник воздушно-космической обороны.

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

1. <https://e.lanbook.com/book/168767> — ЭБС Лань;
2. <https://ibooks.ru/> - ЭБС "Айбукс";
3. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС "Лань";
4. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> - Библиотека "ВОЕНМЕХ" — 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 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Education - University Edition Term.

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. Mathcad Education - University Edition Term.

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 **ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений 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*:

ПСК-1.7 Способен производить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующих двигателей летательных аппаратов и их элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с особенностями расчета основных параметров РДТТ, конструктивными особенностями и методиками расчета на прочность элементов конструкции.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- тест.

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.
Раздел 4. Особенности рабочего процесса в РДТТ.		
Подготовка к практическому занятию	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (2)	5
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела		5
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Теплообмен в РДТТ.		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (8) . Разработка РДТТ с оптимальными параметрами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (-)	5
Подготовка к практическому занятию		5
Итого по разделу 5		10
Раздел 8. Прочностные характеристики конструкций.		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	В. П. Белов. . Проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (с. 48-87) Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3)	5
Подготовка к практическому занятию		5
Итого по разделу 8		10
Раздел 9. Выбор параметров двигателя.		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (6)	3
Подготовка к практическому занятию		2
Итого по разделу 9		5
Раздел 10. Тенденции развития РДТТ.		
Изучение основной и дополнительной литературы из п.п. 5.1-5.2 по теме раздела	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (с. 23-24)	5
Итого по разделу 10		5

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- домашнее задание;
- 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.

Тест

Тест состоит из 20 вопросов. Тест считается сданным при наличии правильных ответов на не менее чем на 60% вопросов. Комплект тестовых заданий входят в состав УМК дисциплины.

Домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание состоит из двух задач по проектированию зарядов твердого топлива, выставляется "зачтено" при наличии правильно решенных и оформленных двух задач. Перечень вариантов домашнего задания размещен в УМК дисциплины.

Экзамен

На оценку "удовлетворительно" экзамен проходит в форме тестирования. Указанная оценка выставляется при наличии не менее 80% правильных ответов теста.

На оценки выше "зачтено-удовлетворительно" экзамен проводится в форме устного ответа на вопросы из списка вопросов к экзамену. На подготовку к основным теоретическим вопросам дается не менее 30 минут,

На оценку «хорошо» экзамен проходит в форме устного ответа на два теоретических вопроса.

Оценивается полнота и правильность ответа. Указанная оценка выставляется при полноте ответа не менее 80% по среднеарифметическому значению, при условии что полнота ответа по каждому вопросу была не менее 60%

На оценку "отлично" экзамен проходит в форме устного ответа на два вопроса, и 1-2 дополнительных вопроса. Полнота ответа на вопросы по билету должна быть не менее 80% по каждому из вопросов и не менее 30% по каждому дополнительному вопросу.

Оценка "неудовлетворительно" ставится при менее 80% правильных ответов в тесте, и/или при полноте ответа по заданным вопросам менее 60% по среднеарифметическому значению, и/или при отсутствии ответа на любой из вопросов при устной сдаче.

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		ПСК-1.7	
5	9	Раздел 1. Введение.	2	2	2	0	0	10	Тест
5	9	Раздел 2. Особенности конструкции РДТТ.	2	2	2	0	0	10	Тест
5	9	Раздел 3. Заряды твердого топлива.	2	2	2	0	0	10	Домашнее задание, Тест
5	9	Раздел 4. Особенности рабочего процесса в РДТТ.	24	14	4	10	10	10	Тест
5	9	Раздел 5. Теплообмен в РДТТ.	20	10	4	6	10	10	Тест
5	9	Раздел 6. Процесс воспламенения основного РДТТ.	4	4	4	0	0	10	Тест
5	9	Раздел 7. Управление тягой РДТТ.	4	4	4	0	0	10	Тест
5	9	Раздел 8. Прочностные характеристики конструкций.	24	14	4	10	10	10	Тест
5	9	Раздел 9. Выбор параметров двигателя.	17	12	4	8	5	10	Тест
5	9	Раздел 10. Тенденции развития РДТТ.	9	4	4	0	5	10	Тест
Всего за 9 семестр			108	68	34	34	40	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	

Оценочные материалы по дисциплине ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

ПСК-1.7 - Способен производить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующих двигателей летательных аппаратов и их элементов

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Расскажите о классификации РДТТ по параметрам.

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Для чего используют заряды со ступенчатым горением и как оно реализуется?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Перед Вами расположено несколько типов двигателей. Зная тип двигателя, необходимо определить его классификационную группу. К каждой позиции, данной в левом столбце подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Тип двигателя	Классификационная группа
1. В составе ракет оперативного и оперативно-тактического поражения, межконтинентальных, ракет носителей	А. Прочие (вспомогательные) РДТТ
2. Рулевые, отделения полезной нагрузки, тормозные, разделения ступеней	Б. Маршевые РДТТ
3. Народного хозяйственного назначения, градобойные, противоловинные, для бурения, для пожаротушения	В. РДТТ специального назначения
	Г. ЖРД

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

установите соответствие типа органа управления вектором тяги РДТТ его описанию.

Тип органа управления вектором тяги	Описание
1. Разрезное управляющее сопло (РУС)	А. Применяется в маршевых двигателях баллистических ракет и в ускорителях ракет-носителей. Создание боковых управляющих усилий обеспечивается за счет изменения направления вектора тяги при отклонении всего сопла на некоторый угол.
2. Газовые рули	Б. Плоская пластинка, вводимая в газовый поток перпендикулярно к оси сопла. При обтекании сверхзвуковым потоком возникает область отрыва, которая характеризуется повышенным давлением и создается боковая управляющая сила.
3. Вдув рабочего тела в расширяющуюся часть сопла	В. Профилированное сверхзвуковое сопло, состоящее из неподвижного короткого и качающегося раструба.
4. Сопло с управляющими щитками (триммерами)	Г. Вторичная струя газа воздействует на основной поток как источник массы, энергии и количества движения. Взаимодействие потоков приводит к возникновению в сопле косого скачка уплотнения, за которым находится зона повышенного статического

давления. При этом эпюра давлений не является симметричной, что и вызывает появление боковой неуравновешенной (управляющей) силы.

Д. Поворотные пластины, расположенные на срезе сопла. Поворот в потоке продуктов сгорания на определенный угол приводит к созданию боковой управляющей силы.

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Рост поверхности горения заряда твердого топлива в зависимости от его формы и типа. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.

1. Цилиндрический заряд с центральным каналом звездчатой формы
2. Многошашечный заряд
3. Цилиндрический заряд с центральным каналом
4. Цилиндрический заряд

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Запишите порядок технологических операций при изготовлении зарядов из твердого топлива:

1. Прессование
2. Дефектоскопия
3. Удаление воды центрифугированием
4. Бронирование
5. Смещение компонентов
6. Механическая обработка

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Назовите тип твердого топлива, чаще всего применяющийся в двигателях баллистических ракет большой дальности.

1. Баллиститное
2. Карамельное
3. Смесевое
4. Пастообразное

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какие конструкции РДТТ получили наибольшее распространение для двигательных установок маршевых ступеней?

1. Многосопловые конструкции с симметричным размещением
2. Односopловые конструкции с центральным расположением относительно оси корпуса
3. Односopловые конструкции со смещенным расположением относительно оси корпуса
4. Многосопловые конструкции всех типов

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой тип органа управления вектором тяги предпочтительно использовать для баллистических ракет?

1. Разрезное управляющее сопло

2. Вдув газа в закритическую часть сопла

3. Газовые рули

4. Качающееся управляющее сопло

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

Ракетные двигатели на твердом топливе по сравнению в ЖРД имеют следующие основные преимущества:

1. Простота конструкции и простота эксплуатации

2. Независимость от внешних факторов

3. Дешевизна

4. Надежность и безотказность

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

Укажите область применения баллистического ракетного топлива:

1. Баллистические ракеты большой дальности

2. Ракеты народно-хозяйственного применения

3. Стартовые ускорители космических ракет

4. Неуправляемые боевые ракеты массового производства

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

Укажите достоинства композиционных материалов для изготовления корпусов РДТТ:

1. Термостойкость

2. Легкость

3. Дешевизна

4. Удельная прочность