

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Юнаков Л. П.
«___» _____ 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-космической техники
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: 2024

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 Левихин А.А., к.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц. _____

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:

ПСК-3.5 — способность проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов
ПСК-3.6 — способность разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) твердотопливных ракетных двигателей и их составных элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-3.5

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.

ПСК-3.6

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		ПСК-3.5	ПСК-3.6
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, баллистное. 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

		литературы.	
Всего за 5 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
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 - 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-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-3.5 способность проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов;
ПСК-3.6 способность 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.
Раздел 1. Классификация и область применения РДТТ. Основные энергетические характеристики РД.		
Изучение рекомендуемой литературы	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1.1, 2)	2
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Химические топлива РДТТ.		
Изучение рекомендуемой литературы	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1.3)	8
Итого по разделу 2		8
Раздел 3. Основные элементы РДТТ.		
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
Раздел 4. Организация рабочего процесса в КС.		
Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к ПЗ	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (8, 15.1-15.6) В. П. Белов. . Сопловые блоки ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (4)	10
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Основные элементы автоматики двигателей.		
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
Раздел 6. Перспективы развития РДТТ.		
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 и альбомы конструкций. 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:

«сдано» - дано не менее 60% верных ответов на вопросы преподавателя;

«не сдано» - правильных ответов менее 60%.

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, заработанных обучающимся в течении семестра, с максимальной оценкой "хорошо". Суммарный балл выставляется по результатам написания диагностических работ, посещаемости аудиторных занятий и баллов за выполнение практических заданий.

Критерии оценивания:

менее 51 балла - неудовлетворительно;

51 - 74 балла - удовлетворительно;

75 - 84 балла - хорошо.

2. Для получения оценки "отлично" проводится экзамен в виде теста, включающего в себя теоретические вопросы и задачи. Максимум за тест - 1 балл, который суммируется к оценке, полученной обучающимся по сумме баллов по сценарию №1.

Оценка "удовлетворительно" по сценарию №1 - 3 балла. Максимальная сумма баллов по сценарию №2 - 4 - оценка "хорошо";

Оценка "хорошо" по сценарию №1 - 4 балла. Максимальная сумма баллов по сценарию №2 - 5 - оценка "отлично".

Допуском к тесту является успешное прохождение текущего контроля успеваемости.

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		ПСК-3.5	ПСК-3.6	
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	

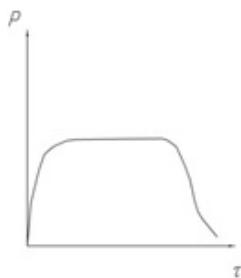
Критерии оценивания

ПСК-3.5

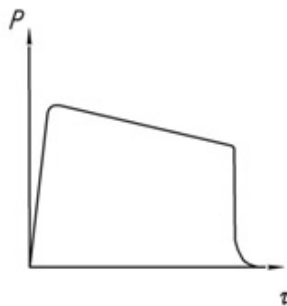
Вопросы открытого типа:

- № 1 Чем обусловлено расхождение теоретической скорости горения БТТ с экспериментальной при давлении свыше 15 МПа? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 2 Чем обусловлено гранулярно-диффузионное горение, для каких топлив оно характерно? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 3 Чем обусловлено требование по небольшой скорости горения аблирующих ТЗП? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 4 Для какой части РДТТ характерен теплообмен за счет свободной конвекции? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 5 Для чего используются сопловые вкладыши? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 6 В каких случаях применяют многослойные сопловые вкладыши? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 7 Какая из диаграмм изменения тяги соответствует РДТТ с горением с постоянной скоростью:

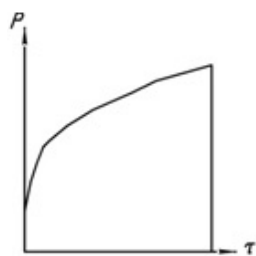
А -



В -



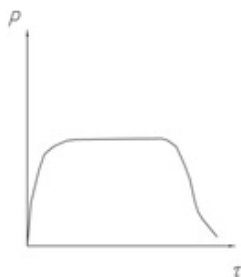
С -



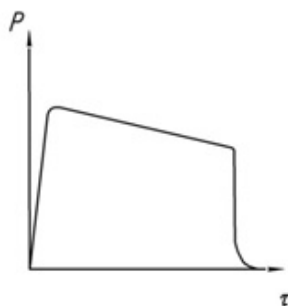
Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

- № 8 Какая из диаграмм изменения тяги соответствует РДТТ с горением с переменной скоростью:

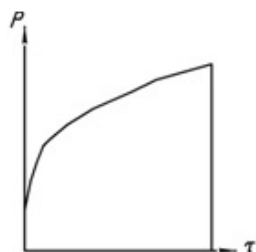
А -



В -



С -



Выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

- № 9 Как связана скорость горения ТРТ с давлением в КС? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 10 К чему приводит повышение начальной температуры ТРТ? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Приведите соответствие формы ЗТТ и типа горячей поверхности:

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Телескопический заряд | А Всестороннее горение |
| 2. Одноканальный цилиндрический заряд | Б Горение по внутренней поверхности |
| 3. Щелевой заряд | В Комбинированное горение |
| 4. Заряд с плоским торцем | Г Торцевая поверхность горения |
| | Д Горение по внешней поверхности |

- № 2 Приведите соответствие диапазона рабочих давлений и выражения для нормальной скорости горения:

1 - 50..60МПа и более

A $U=Bp$

2 - 20..30МПа -

50..60МПа

Б $U=A+Bp$

3 - 20..30МПа и
менее

В $U=bp^v$

4 - Такой
функции
зависимости
скорости не
существует

Г $U=bp^{1/v}$

- № 3 Какие металлы наиболее часто применяются в составе смесевых топлив? Выберите один из следующих вариантов:
- А. Алюминий, магний, литий
 - В. Бор, свинец
 - С. Литий, серебро
 - Д. Бериллий, вольфрам
- № 4 Выберите несколько из следующих результатов металлических горючих в СТТ:
- А. Потерям удельного импульса за счет неравномерности скоростного потока
 - В. Увеличению удельного импульса за счет повышения теплоты сгорания
 - С. Уменьшению плотности топлива
 - Д. Увеличению кислородного баланса топлива
 - Е. Улучшению технологических свойств топлива
- № 5 Что является определяющей фазой горения БТТ для расчета нормальной скорости горения? Выберите один из следующих вариантов:
- А. фаза разложения
 - В. фаза газификации
 - С. фаза подогрева топлива
 - Д. фаза горения
- № 6 Какие из перечисленных веществ не могут входить в состав БТТ? Выберите один из следующих вариантов:
- А. Перхлорат аммония
 - В. Нитроцеллюлоза
 - С. Нитроглицерин
 - Д. Стабилизаторы горения, хранения
- № 7 Выберите несколько из следующих вариантов возможных окислителей СТТ:
- А. Нитрат калия, нитрат аммония
 - В. Перхлорат аммония
 - С. Нитроцеллюлоза

- № 8 D. Полисульфидный каучук
E. Асфальты, битумы
Какое из перечисленных веществ является горючим в составе смесового твердого ракетного топлива? Выберите один из следующих вариантов:
- A. каучук, смолы, битум
B. нитроцеллюлоза
C. перхлораты калия, лития, натрия
D. нитродииэтиленгликоль
- № 9 Приведите соответствие коксующихся ТЗП и области их применения:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Легковесные резины | A. переднее днище, в застойных зонах |
| 2. Эластичные резины и асборезины | B. обечайка КС и сопловое днище |

- № 10 Установите последовательность возникновения последствий ВЧК в РДТТ:
- A. Вывод из строя высокоточной аппаратуры СУ
B. Растрескивание ЗТТ
C. Прерывистое горение
D. Срыв горения

ПСК-3.6

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Как учитывается изменение скорости горения топлива при введении в него добавок? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 2 Назовите способы уменьшения разброса баллистических характеристик при предстартовом регулировании:
- термостатирование;
 - установка сменного соплового вкладыша;
 - предварительный прогрев заряда.
- Выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.
- № 3 Укажите тип заряда, обладающий самым высоким коэффициентом заполнения КС:
- торцевой;
 - многошашечный.
- Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.
- № 4 Укажите тип заряда, обладающий самым низким коэффициентом заполнения КС:
- торцевой;
 - многошашечный.
- Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.
- № 5 Какие органы регулирования УВТ наименее подвержены тепловому воздействию ПС:
- карданный подвес поворотной камеры;
 - аэродинамические рули;

- сопловой вкладыш.

Выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

- № 6 К чему приводит ввод металлов в состав ТРТ? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 7 Происходит ли изменение формы эрозионно стойких ТЗП при нагревании их ПС? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 8 Назовите основной метод тепловой защиты элементов конструкций ТРТ. Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 9 Насколько увеличивается давление в КС РДТТ при работе стартового воспламенителя? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 10 Объясните значение термина "пороговое значение скорости газового потока". Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Укажите условия повышения устойчивости работы РДТТ к НЧК. Выберите один из следующих вариантов:
- A. Снижение зависимости скорости горения от температуры
 - B. Понижение давления в КС РДТТ
 - C. Увеличение поверхности горения ЗТТ
 - D. Применение некруговой формы ЗТТ
- № 2 Укажите возможные последствия НЧК в РДТТ. Выберите один из следующих вариантов:
- A. Вывод из строя высокоточной аппаратуры СУ
 - B. Растрескивание ЗТТ
 - C. Местные прогары корпуса ДУ
 - D. Срыв горения
- № 3 Приведите соответствие вида потерь удельного импульса в РДТТ и их характерной величины:
- | | |
|--|-------------|
| A. Потери на двухфазность | 1. 5-7% |
| B. Потери, обусловленные наличием системы УВТ | 2. 0,2-1% |
| C. Потери, связанные с наличием утопленного сопла | 3. 0,5-0,8% |
| D. Потери, связанные с наличием многосоплового блока | 4. 0,5-1% |
- № 4 Какой тип воспламенительных составов характерен для применения в РДТТ с внешним диаметром до 2 м? Выберите один из следующих вариантов:
- A. С дымным порошком
 - B. с пиротехническим составом
 - C. с топливом основного ЗТТ
 - D. нет однозначного влияния состава ВУ и габаритов РДТТ
- № 5 Какая схема расположения ВУ наиболее оптимальна с точки зрения условий нагрева поверхности ЗТТ? Выберите один из следующих вариантов:
- A. Со стороны переднего днища
 - B. Со стороны заднего днища

- С. В сверхзвуковой части сопла
- № 6 D. Подходит 2 схемы: со стороны переднего и заднего днища
Какая из опасных ситуаций при оценке прочности **не относится** к скрепленному ЗТТ? Выберите несколько вариантов:
- A. Смятие
- B. Сжатие
- C. Отрыв от стенки КС
- № 7 D. Деформация внутреннего канала
В результате чего может произойти деформация канала ЗТТ в процессе изготовления? Выберите один из следующих вариантов:
- A. Напряжения из-за разницы коэффициентов теплопроводности ЗТТ и КС
- B. Воздействия перепада температур
- C. Воздействия внутрикамерного давления
- № 8 D. Наличия изгибающего момента
Какую максимальную скорость отклонения сопла обеспечивает применение жидкостных подшипников? Выберите один из следующих вариантов:
- A. 40 град/с
- B. 100 град/с
- C. 12 град/с
- № 9 D. 50-170 град/с
Какое из утверждений для газодинамического способа УВТ **не верно**? Выберите один из следующих вариантов:
- A. В качестве управляющей жидкости могут применяться азотные соединения
- B. Узлы впрыска позволяют управлять по каналам рыскания, тангажа
- C. Ввод вспомогательного компонента осуществляется в докритической части сопла
- № 10 D. Масса узлов регулирования тяги ниже в 3..5 раз, чем аэродинамические рули
Установите последовательность протекания процессов при горении ЗТТ:
- A - Инертный прогрев
- B - Взаимодействие продуктов реакции
- C - Разложение сложных химических соединений
- D - Разложение простых химических соединений