

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 Юнаков Л. П.
 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА

Направление/специальность подготовки	24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика
Специализация/профиль/программа подготовки	Гидроаэродинамика
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

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	17	0	34	57	0	0	57	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Будный Никита Леонидович, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА

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-2.2 — Способность понимать физическую сущность аэрогазодинамических процессов и процессов теплообмена и разрабатывать методологии исследований элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники
ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-5 — способность использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-2.2

знания:

Физические процессы, протекающие при функционировании тепловой защиты;

умения:

Анализ физических процессов, протекающих при функционировании тепловой защиты;

навыки:

Применение инженерных методов анализа физических процессов, протекающих при функционировании тепловой защиты.

ОПК-1

знания:

Методы решения задач теплообмена и функционирования тепловой защиты;;

умения:

Анализ задач процессов теплообмена и функционирования тепловой защиты;;

навыки:

Постановка задачи моделирования теплообмена и функционирования тепловой защиты;.

ОПК-5

знания:

Методы расчета характеристик рабочих процессов и теплообмена в автономных энергосиловых установках;

умения:

Расчет основных характеристик рабочих процессов, теплообмена, основных характеристик тепловой защиты с использованием общетехнических методов;

навыки:

Использование общетехнических методов для расчета основных параметров рабочих процессов, теплообмена, основных характеристик тепловой защиты.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕПЛОПЕРЕДАЧА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

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
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и 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	Практические занятия		ПСК-2.2	ОПК-1	ОПК-5
4	7	Раздел 1. Рабочие процессы в автономных высокотемпературных энергосиловых установках в ракетно-космической технике. Особенности тепловых процессов в автономных высокотемпературных энергосиловых установках в ракетно-космической технике. Основные характеристики автономных высокотемпературных энергосиловых установок и рабочих процессов в них. Процессы теплообмена в высокотемпературных энергосиловых установках.	22	11	5	6	11	20	20	20
4	7	Раздел 2. Тепловая защита твердотопливных двигателей. Устройство и функционирование твердотопливных двигателей. Геометрия элементов проточной части твердотопливных двигателей. Способы тепловой защиты твердотопливных двигателей. Теплообмен в твердотопливных двигателях, его особенности. Функционирование элементов тепловой защиты твердотопливных двигателей. Расчет характеристик тепловой защиты твердотопливных двигателей.	43	20	6	14	23	40	40	40
4	7	Раздел 3. Тепловая защита жидкостных двигателей. Устройство и функционирование теплонагруженных узлов и агрегатов жидкостных двигателей. Геометрия элементов проточной части теплонагруженных узлов и агрегатов жидкостных двигателей. Способы тепловой защиты узлов и агрегатов жидкостных двигателей. Теплообмен в жидкостных двигателях, его особенности. Расчет систем тепловой защиты жидкостных двигателей.	43	20	6	14	23	40	40	40
Всего за 7 семестр			108	51	17	34	57	100	100	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Рабочие процессы в автономных высокотемпературных энергосиловых установках в ракетно-космической технике.	Изучение особенностей высокотемпературных автономных энергосиловых установок как объектов теплового проектирования	2
2		Расчет характеристик высокотемпературных автономных энергосиловых установок как объектов теплового проектирования	2
3		Расчет характеристик рабочих процессов высокотемпературных автономных энергосиловых установок как объектов теплового проектирования	2
4	Раздел 2. Тепловая защита твердотопливных двигателей.	Анализ рабочих процессов в твердотопливных двигателях	4
5		Расчет теплообмена в твердотопливных двигателях	4
6		Расчет тепловой защиты в твердотопливных двигателях	6
7	Раздел 3. Тепловая защита жидкостных двигателей.	Расчет теплообмена в жидкостных двигателях	7
8		Расчет тепловой защиты в жидкостных двигателях	7
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Рабочие процессы в автономных высокотемпературных	Подготовка к защите	2

	энергосиловых установках в ракетно-космической технике.	домашнего задания	
2		Проработка изученного материала	4
3		Выполнение домашнего задания	5
4	Раздел 2. Тепловая защита твердотопливных двигателей.	Проработка изученного материала	9
5		Выполнение домашнего задания	9
6		Подготовка к защите домашнего задания	5
7	Раздел 3. Тепловая защита жидкостных двигателей.	Подготовка к защите домашнего задания	5
8		Выполнение домашнего задания	9
9		Проработка изученного материала	9
Всего за 7 семестр			57

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					ДЗ	ДР			ДЗ	ДР					ДЗ	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегаллин, А. П. Тишин. . Теория ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1989, 106 экз.
2. В. П. Белов. . Внутрикамерные процессы в ракетных двигателях на твёрдом топливе. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
3. В. П. Белов. . Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
4. В. П. Белов. . Тепловое проектирование ракетных двигателей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
5. М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016, 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://urait.ru/> — Главная – 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»;
3. <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;
2. Matlab 2015a SP1.

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. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Matlab 2015a SP1.

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 **ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.03.03 *Баллистика и гидроаэродинамика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2.2 Способность понимать физическую сущность аэрогазодинамических процессов и процессов теплообмена и разрабатывать методологии исследований элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники;

ОПК-1 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

ОПК-5 способность использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с тепловой защитой высокотемпературных автономных энергосиловых установок в ракетно-космической технике.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 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.
Раздел 1. Рабочие процессы в автономных высокотемпературных энергосиловых установках в ракетно-космической технике.		
Подготовка к защите домашнего задания	В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегалин, А. П. Тишин. . Теория ракетных двигателей: М.: Машиностроение, 1989 (1-15) В. П. Белов. . Внутрикамерные процессы в ракетных двигателях на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1)	2
Проработка изученного материала		4
Выполнение домашнего задания		5
Итого по разделу 1		11
Раздел 2. Тепловая защита твердотопливных двигателей.		
Проработка изученного материала	В. П. Белов. . Тепловая защита элементов конструкции ракетных двигателей на твёрдом топливе: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-13) В. П. Белов. . Тепловое проектирование ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-4)	9
Выполнение домашнего задания		9
Подготовка к защите домашнего задания		5
Итого по разделу 2		23
Раздел 3. Тепловая защита жидкостных двигателей.		
Подготовка к защите домашнего задания	В. П. Белов. . Тепловое проектирование ракетных двигателей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-13) М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (1-5)	5
Выполнение домашнего задания		9
Проработка изученного материала		9
Итого по разделу 3		23

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- зачет.

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.

Домашнее задание

Отчеты по домашним заданиям представляются на листах формата А4, оформленные в соответствии с требованиями ГОСТ и внутривузовских положений. Студент допускается к защите задания, если в решении отсутствуют ошибки. Защита проходит в форме ответов студента на три вопроса преподавателя. Максимальное количество баллов за одно практическое задание – 100. Основаниями для снижения количества баллов являются:

- погрешности в оформлении отчета – 5-10 баллов;
- небольшие погрешности в ответе на один из трех вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из трех вопросов – 10-20 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из трех вопросов – 20-40 баллов.

Домашнее задание зачитывается при наборе студентом не менее 60 баллов.

Семестр 7, раздел 1: Тематика домашнего задания - Расчет основных параметров и характеристик автономной энергосиловой установки

Семестр 6, раздел 2: Тематика домашнего задания - Расчет тепловой защиты элемента твердотопливного двигателя

Семестр 6, раздел 3: Тематика домашнего задания - Расчет тепловой защиты элемента жидкостного двигателя

Исходные данные и содержание домашнего задания размещены в УМК.

Зачет

К зачету допускаются студенты, защитившие все домашние задания, предусмотренные рабочей программой. Зачет проходит в форме письменных ответов студентов на два вопроса билета.

Максимальное количество баллов 100. Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небольшие погрешности в ответе на один из двух вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из двух вопросов – 15-30 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из двух вопросов – 41 балл.

Оценки:

- «Зачтено» – 60-100 баллов;
- «Не зачтено» – 0-59 баллов;

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-2.2	ОПК-1	ОПК-5	
4	7	Раздел 1. Рабочие процессы в автономных высокотемпературных энергосиловых установках в ракетно-космической технике.	22	11	5	6	11	20	20	20	Домашнее задание
4	7	Раздел 2. Тепловая защита твердотопливных двигателей.	43	20	6	14	23	40	40	40	Домашнее задание
4	7	Раздел 3. Тепловая защита жидкостных двигателей.	43	20	6	14	23	40	40	40	Домашнее задание
Всего за 7 семестр			108	51	17	34	57	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	100	100	

Критерии оценивания

ПСК-2.2

Вопросы открытого типа:

- № 1 Вольфрам и графит относят к классу _____ теплозащитных покрытий
- № 2 Количество теплоты, необходимое для полного разложение единичной массы теплозащитного покрытия из исходного состояния до конечных продуктов называется...
- № 3 Твердый углеродистый остаток, входящий в состав продуктов разложения теплозащитного покрытия, называется...
- № 4 Наиболее характерными режимами окисления графитового соплового вкладыша в критическом сечении являются...
- № 5 Основными окисляющими компонентами продуктов сгорания твердых топлив, вызывающих химический унос теплозащитных покрытий, являются...
- № 6 Радиационное охлаждение камеры двигателя наиболее рационально применять в _____ сопла
- № 7 Способ охлаждения камеры жидкостного двигателя с помощью прокачки охладителя, роль которого выполняет компонент (компоненты) топлива, через специальный охлаждающий тракт, охватывающий камеру, называется...
- № 8 Способ обеспечения тепловой защиты камеры двигателя, заключающийся в аккумулировании тепла в объеме материала конструкции в течение ограниченного времени, называется...
- № 9 Абляционное охлаждение – это...
- № 10 Какие факторы оказывают наибольшее влияние на скорость горения твердого ракетного топлива (для конкретного состава).

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Класс способов обеспечения тепловой защиты камеры двигателя, основанный на снижении плотности конвективного теплового потока к огневой стенке называется:
 - Внутреннее охлаждение
 - Внешнее (проточное) охлаждение
 - Радиационное охлаждение
 - Емкостное охлаждение
 - Абляционное охлаждение
- № 2 Конденсированные продукты сгорания алюминизированного твердого топлива у горячей поверхности представляют собой:
 - Монофракционную взвесь Al_2O_3
 - Полифракционную взвесь Al_2O_3
 - Полифракционную взвесь, частицы которой могут содержать как Al , так и Al_2O_3
- № 3 Наибольшая плотность лучистого теплового потока на огневую стенку камеры достигается в...
 - Камере сгорания
 - Сужающейся части сопла
 - Расширяющейся части сопла
- № 4 При использовании трубчатого заряда твердого топлива, горящего по внешней и внутренней цилиндрическим поверхностям, скорость газа в зазоре между внешней поверхностью заряда и стенкой камеры при движении в сторону соплового днища...
 - Возрастает

- Уменьшается
- Не изменяется
- № 5 Для исключения эрозионного горения в канале заряда твердого топлива, возможно...
 - Уменьшить площадь проходного сечения канала
 - Увеличить площадь проходного сечения канала
- № 6 Способ обеспечения тепловой защиты стенки камеры, основанный на сбросе тепла в виде излучения в окружающую среду, называется...
 - Радиационное охлаждение
 - Емкостное охлаждение
 - Абляционное охлаждение
- № 7 Эластичные теплозащитные покрытия (армированные резины и т.п.) наиболее широко применяются для защиты...
 - Внешнее охлаждение
 - Сужающейся части сопла
 - Критического сечения
 - Выходной части сопла
- № 8 При разгаре критического сечения сопла в ходе работы твердотопливного двигателя его геометрическая степень расширения...
 - Днищ и обечаек камеры сгорания
 - Увеличивается
 - Не изменяется
- № 9 Наибольшая плотность конвективного теплового потока в стенку камеры реализуется:
 - Уменьшается
 - В расширяющейся части сопла
 - В районе критического сечения сопла
 - В начале сужающейся части сопла
- № 10 Внутреннее охлаждение огневой стенки камеры жидкостного двигателя может быть реализовано с помощью:
 - В цилиндрической части камеры сгорания
 - Компонировки форсунок на смесительной головке
 - Введения поясов завесы в конструкцию камеры
 - Использования разлагающихся теплозащитных покрытий
 - Использование проточного охлаждающего тракта

ОПК-1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Отношение тяги к силе тяжести, действующей на летательный аппарат на уровне моря, называется...
 - № 2 Отношение фактического соотношения компонентов к стехиометрическому называется...

- № 3 Для достижения наибольшего удельного импульса молярная масса рабочего тела на входе в сопло должна быть...
- № 4 Наибольший удельный импульс камеры двигателя достигается при работе в условиях...
- № 5 Наибольший удельный импульс камеры двигателя достигается при работе в _____ режиме.
- № 6 Как соотносятся друг с другом удельный импульс камеры и двигательной установки?
- № 7 Коэффициент избытка окислителя при стехиометрическом соотношении компонентов равен...
- № 8 При кинетическом горении скорость горения лимитируется...
- № 9 Газодинамической степенью расширения сопла называют...
- № 10 Критическим сечением сопла называют...
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Отношение тяги к двигателя к массовому расходу компонентов топлива или рабочего тела называется:
- Удельный импульс
 - Полный импульс тяги
 - Тяговооруженность
 - Расходный комплекс
- № 2 Совершенство рабочего процесса в камере сгорания и его вклад в формирование удельного импульса можно охарактеризовать следующим показателем:
- Тяговый комплекс
 - Расходный комплекс
 - Соотношение компонентов
 - Коэффициент избытка окислителя
- № 3 Совершенство рабочего процесса в сопловом блоке и его вклад в формирования удельного импульса можно охарактеризовать следующим показателем:
- Тяговый комплекс
 - Расходный комплекс
 - Соотношение компонентов
 - Коэффициент избытка окислителя
- № 4 Скорость летательного аппарата, которую он приобрел бы в бессиловом пространстве при движении по прямой с постоянно действующей тягой при выработке запаса компонентов топлива (рабочего тела) это:
- Скорость звука
 - Характеристическая скорость
 - Бомовская скорость
 - Альвенофская скорость
- № 5 При реализации расчетного режима работы камеры двигателя из перечисленных величин на скорость истечения газа на срезе сопла не влияет:
- Температура рабочего тела на входе в сопло
 - Молярная масса рабочего тела на входе в сопло
 - Показатель адиабаты рабочего тела на входе в сопло

- № 6 - Давление окружающей среды
Вещество, отбрасываемое из камеры двигателя для создания тяги, в ракетно-космической технике принято называть:
- Компоненты ракетного топлива
 - Горючее
 - Окислитель
- № 7 - Рабочее тело
В качестве единиц измерения удельного импульса используют:
- м/с
 - с
 - Н
 - Вт
- № 8 При работе камеры теплового ракетного двигателя в вакууме режим истечения рабочего тела...
- Расчетный
 - Перерасширение
 - Недорасширение
- № 9 При работе камеры теплового ракетного двигателя в атмосфере опасность с точки зрения возможного отрыва потока представляет режим...
- Расчетный
 - Перерасширение
 - Недорасширение
- № 10 Наибольший удельный импульс достигается при соотношении компонентов...
- Стехиометрическом
 - Ниже стехиометрического
 - Выше стехиометрического

ОПК-5

Вопросы открытого типа:

- № 1 Способ охлаждения камеры двигателя, при котором охладитель подается в камеру сгорания в небольшом количестве через пористую металлическую стенку, называется...
- № 2 Возможности по обеспечению теплового режима камеры за счет проточного регенеративного охлаждения уменьшаются в двигателях _____ тяги
- № 3 Химическое зажигание несамовоспламеняющихся компонентов топлива подразумевает использование...
- № 4 С увеличением полноты разложения аммиака в продуктах разложения гидразина, температура газообразных продуктов...
- № 5 Основной целью использования многосоплового блока в твердотопливных двигателях является...
- № 6 Как и почему изменяется плотность теплового потока от продуктов сгорания в огневую стенку по длине камеры двигателя?
- № 7 Увеличение начальной температуры заряда твердого топлива приводит к...
- № 8 Закон скорости горения твердого топлива выражает зависимость...
- № 9 Параметры газа, адиабатически заторможенного до нулевой скорости, называются...
- № 10 Переход от конического к профилированному соплу позволяет снизить...

- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 При анализе нестационарного теплового состояния, роль «безразмерного времени», т.е. критерия гомохронности процесса, выполняет...
- Число Био
 - Число Фурье
 - Число Рейнольдса
 - Число Нуссельта
- № 2 При отыскании числа Рейнольдса по методу В.С. Авдеевского в заданном сечении сопла, по которому движутся газообразные продукты сгорания, в качестве характерного размера используется:
- Диаметр сопла в текущем сечении
 - Эффективная длина
 - Расстояние от входа в сопло до заданного сечения
 - Диаметр критического сечения
- № 3 Безразмерный критерий, выражающий отношение инерционных сил к вязким, это...
- Число Нуссельта
 - Число Прандтля
 - Число Рейнольдса
 - Число Стентона
- № 4 При течении газа в цилиндрической трубе, при условии сохранения режима течения, коэффициент конвективной теплоотдачи вниз по потоку...
- Увеличивается
 - Уменьшается
 - Не изменяется
- № 5 В тепловых ракетных двигателях энтальпия рабочего тела преобразуется в...
- Кинетическую энергию
 - Потенциальную энергию
 - Химическую энергию
- № 6 Скорость движения охладителя в охлаждающем тракте камеры жидкостного двигателя ограничивается, как правило, из соображений...
- Минимизации гидравлических потерь
 - Минимизации нагрузки на стенки охлаждающего тракта
 - Максимизации теплоотдачи от стенки тракта в охладитель
- № 7 Вывод о режиме течения рабочего тела в данном сечении можно сделать по значению...
- Числа Рейнольдса
 - Числа Прандтля
 - Числа Нуссельта
 - Числа Дамкёлера

- № 8 Изменение количества рёбер в охлаждающем тракте камеры жидкостного ракетного двигателя выполняется для обеспечения...
- Прочности камеры
 - Скорости движения охладителя
 - Интенсивной теплоотдачи от стенки в охладитель
- № 9 Минимизации плотности конвективного теплового потока в огневую стенку
Отношение площади выходного сечения сопла к площади критического сечения называется
- Газодинамическая степень расширения
 - Геометрическая степень расширения
 - Механическая степень расширения
 - Динамическая степень расширения
- № 10 Наибольшего значения удельного импульса можно достичь с применением...
- Конического сопла
 - Профилированного сопла
 - Укороченного профилированного сопла