

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Левихин А.А.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОМБИНИРОВАННЫЕ ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование жидкостных ракетных двигателей
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	
5	9	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	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: 2025

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ _____

Саваровский Александр Александрович, к.т.н., доцент

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 КОМБИНИРОВАННЫЕ ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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-6 — Способен проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-6

знания:

- методологии разработки эскизного проекта комбинированного реактивного двигателя ЛА и его составных элементов;
- перспективных методик исследования процессов в комбинированном реактивном двигателе ЛА;;

умения:

- осуществлять оценку эффективности процессов и совершенства конструкции комбинированного реактивного двигателя ЛА;;

навыки:

- расчёта основных конструктивных элементов комбинированного реактивного двигателя ЛА;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОМБИНИРОВАННЫЕ ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части 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, ТОПЛИВА РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ, РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-4 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ПК-2 — Способен разрабатывать эскизный (технический) проект (аванпроект) по созданию (модернизации) жидкостных ракетных двигателей и их составных элементов
- ПК-6 — Способен проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники 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, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-6
5	9	Раздел 1. Введение в дисциплину. Комбинированные реактивные двигатели (КРД) – перспективное направление в современном ракетостроении. Области применения КРД. Требования к режимам полёта и конструктивному облику реактивных двигателей силовых установок (СУ) летательных аппаратов (ЛА). Исходные базовые двигатели для комбинированных силовых установок (КСУ) ЛА. Классификация комбинированных реактивных двигателей. Общие принципы расчёта параметров рабочего процесса и характеристик двигателя для КСУ.	14	4	2	2	10	20
5	9	Раздел 2. Турбопрямоточные двигатели. Турбореактивный и прямоточный контуры, конструктивные схемы: с параллельным и tandemным расположением контуров, эжекторного типа. Используемые топлива, однопотопные и двухпотопные турбопрямоточные двигатели (ТПД). Особенности параметров ТРДФ и ТРДДФ, используемых в ТПД, основные требования к конструкции их узлов при больших числах Маха полёта. Сверхзвуковой прямоточный воздушно-реактивный двигатель (СПВРД), предельные режимы работы. Комбинированный двухрежимный ПВРД, работа в режимах СПВРД/ГПВРД. Конструктивно-силовые схемы СПВРД, схема комбинированного ракетно-прямоточного двигателя, особенности его работы. Нагрузки, действующие на основные элементы конструкции СПВРД, выбор критериев и запасов прочности и устойчивости. Конструкции основных элементов современных СПВРД: воздухозаборников, камеры сгорания, регулируемого реактивного сопла, их прочность и устойчивость. Типы соединений, применяемых для соединения узлов СПВРД между собой и с корпусом ЛА.	23	7	4	3	16	20
5	9	Раздел 3. Ракетно-турбинные двигатели. Преимущества РТД по сравнению с ГТД, их основные конструктивные схемы и области применения: газогенераторный ракетно-турбинный двигатель (РТДгт). Оптимальные значения основных параметров РТД: экономичность, габаритные размеры, удельные масса и тяга, удельный импульс и др. Расчётная схема пароводородной турбины для РТД, выбор числа ступеней. Применение редуктора в РТДп. Конструктивные способы повышения эффективности РТДп.	20	6	3	3	14	20
5	9	Раздел 4. Ракетно-прямоточные двигатели на жидком топливе. Одноступенчатые ВКС ЛА, спроектированные на основе жидкостно-воздушных реактивных двигателей (ЖВРД) и способные работать в диапазоне $M = 0 \dots 10$. Бескомпрессорная схема силовой установки с ЖВРД, основные узлы и основные показатели, характеризующие его эффективность. Повышение хладоресурса компонентов топлива. Компрессорные ЖВРД (ЖВРДК), варианты конструктивных схем, используемые хладоресурсы: водорода, сжиженного воздуха. Работа основных узлов. Сравнение скоростных характеристик ЖВРД различных схем. Конструктивная схема ЖВРД, работающего на сжатом и охлаждённом воздухе.	24	7	4	3	17	20
5	9	Раздел 5. Ракетно-прямоточные двигатели на твёрдом топливе. Классификация комбинированных ракетно-прямоточных двигателей на твёрдом топливе (КРПДТ). Схема летательного аппарата с КРПДТ. Варианты конструкций маршевых и стартово-разгонных ступеней. Конструкция газогенератора и переходного устройства КРПДТ. Назначение переходного устройства. Материалы элементов конструкции КРПД и их свойства. Требования предъявляемые к материалам конструкции КРПД.	27	10	4	6	17	20
Всего за 9 семестр			108	34	17	17	74	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в дисциплину.	Обобщенная методика расчёта параметров рабочего процесса и характеристик двигателя для комбинированной силовой установки	2
2	Раздел 2. Турбопрямоточные двигатели.	Методы расчета прочностных характеристик элементов конструкции прямоточного контура турбопрямоточных двигателей, выбор критериев и запасов прочности и устойчивости	3
3	Раздел 3. Ракетно-турбинные двигатели.	Методика расчета пароводородной турбины для ракетно-турбинного двигателя с подбором числа ступеней	3
4	Раздел 4. Ракетно-прямоточные двигатели на жидком топливе.	Конструктивные схемы и параметры жидкостно-воздушных реактивных двигателей	3
5	Раздел 5. Ракетно-прямоточные	Расчёт характеристик газогенератора: давления и суммарной площади выходных сечений в зависимости от заданного расхода	3

	двигатели на твёрдом топливе.	продуктов газогенерации (для разных температур заряда твёрдого топлива)	
6		Методика расчёта расходных характеристик маршевого РПДТ с нерегулируемыми ВЗУ и соплом	3
Всего за 9 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в дисциплину.	Подготовка к практическому занятию	4
2		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	6
3	Раздел 2. Турбопрямоточные двигатели.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	10
4		Подготовка к практическому занятию	6
5	Раздел 3. Ракетно-турбинные двигатели.	Подготовка к практическому занятию	4
6		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	10
7	Раздел 4. Ракетно-прямоточные двигатели на жидком топливе.	Подготовка к практическому занятию	4
8		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	13
9	Раздел 5. Ракетно-прямоточные двигатели на твёрдом топливе.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	13
10		Подготовка к практическому занятию	4
Всего за 9 семестр			74

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	ВРЗД, КПос	ВРЗД, КПос	ВРЗД, КПос	ВРЗД, КПос	ВРЗД, КПос	ДР	ВРЗД, КПос	ВРЗД, КПос	ВРЗД, КПос	ДР	ВРЗД, КПос	ВРЗД, КПос	ВРЗД, КПос	ВРЗД, КПос	ВРЗД, КПос	ДР	ВРЗД, КПос, Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- КПос – контроль посещаемости;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- контроль посещаемости;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. П. Васильев, В. М. Кудрявцев, В. А. Кузнецов. . Основы теории и расчёта жидкостных ракетных двигателей. М.: Высш. шк., 1983, 88 экз.
2. Б. В. Обносков, В. А. Сорокин, Л. С. Яновский. . Конструкция и проектирование комбинированных ракетных двигателей на твердом топливе. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012, эл. рес.
3. В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегаллин, А. П. Тишин. . Теория ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1989, 106 экз.
4. В. М. Акимов, В. И. Бакулев, Р. И. Курзинер. . Теория и расчёт воздушно-реактивных двигателей. М.: Машиностроение, 1987, 15 экз.
5. И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. . Жидкостные ракетные двигатели. Омск: ОмГТУ, 2017, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник воздушно-космической обороны;
2. Вопросы оборонной техники. Серия 16.

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/> - Библиотека "ВОЕНМЕХ"; — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС "Лань";;
5. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Библиотечно-издательский центр 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. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

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 **КОМБИНИРОВАННЫЕ ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** 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*:

ПК-6 Способен проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением вариантов конструкций, основных характеристик, особенностей применения и перспектив развития комбинированных двигателей летательных аппаратов.

Задачи дисциплины:

- изучение передовых направлений развития техники и технологии проектирования и создания двигателей
- изучение основных конструктивных элементов комбинированных реактивных двигателей (КРД);
- изучение особенностей процессов, протекающих в КРД;
- формирование навыков расчёта КРД;
- овладение методологией проектирования комбинированных реактивных двигателей летательных аппаратов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- контроль посещаемости;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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. Введение в дисциплину.		
Подготовка к практическому занятию	И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. . Жидкостные ракетные двигатели: Омск: ОмГТУ, 2017 (1-2)	4
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	В. М. Акимов, В. И. Бакулев, Р. И. Курзинер. . Теория и расчёт воздушно-реактивных двигателей: М.: Машиностроение, 1987 (1-18)	6
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Турбопрямоточные двигатели.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	В. М. Акимов, В. И. Бакулев, Р. И. Курзинер. . Теория и расчёт воздушно-реактивных двигателей: М.: Машиностроение, 1987 (7-18)	10
Подготовка к практическому занятию		6
Итого по разделу 2		16
Раздел 3. Ракетно-турбинные двигатели.		
Подготовка к практическому занятию	В. М. Акимов, В. И. Бакулев, Р. И. Курзинер. . Теория и расчёт воздушно-реактивных двигателей: М.: Машиностроение, 1987 (все)	4
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегаллин, А. П. Тишин. . Теория ракетных двигателей: М.: Машиностроение, 1989 (все)	10
Итого по разделу 3		14
Раздел 4. Ракетно-прямоточные двигатели на жидком топливе.		
Подготовка к практическому занятию	А. П. Васильев, В. М. Кудрявцев, В. А. Кузнецов. . Основы теории и расчёта жидкостных ракетных двигателей: М.: Высш. шк., 1983 (1-10)	4
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегаллин, А. П. Тишин. . Теория ракетных двигателей: М.: Машиностроение, 1989 (16-28)	13
Итого по разделу 4		17
Раздел 5. Ракетно-прямоточные двигатели на твёрдом топливе.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегаллин, А. П. Тишин. . Теория ракетных двигателей: М.: Машиностроение, 1989 (29-42)	13
Подготовка к практическому занятию	Б. В. Обносков, В. А. Сорокин, Л. С. Яновский. . Конструкция и проектирование комбинированных	4

	ракетных двигателей на твердом топливе: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012 (1-6)	
	Итого по разделу 5	17

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- контроль посещаемости;
- 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 по разделу

Вопросы по разделу предназначены для контроля текущей успеваемости студентов и их самоконтроля.

Перечень вопросов по разделу соответствует перечню вопросов к экзамену в части, касающейся тематики конкретного раздела

Контроль посещаемости

Контроль посещаемости осуществляется на каждом занятии.

Вопросы к экзамену

1. Понятие о комбинированных двигателях;
2. Виды комбинированных двигателей;
3. Область применения комбинированных двигателей;
4. Турбопрямоточный двигатель: принцип действия;
5. Турбопрямоточный двигатель: достоинства и недостатки;
6. Ракетно-прямоточный двигатель: принцип действия;
7. Ракетно-прямоточный двигатель: достоинства и недостатки;
8. Пароводородный ракетно-турбинный двигатель: принцип действия;
9. Пароводородный ракетно-турбинный двигатель: достоинства и недостатки;
10. Комбинированные двигатели с РДТТ: принцип действия;
11. Комбинированные двигатели с РДТТ: достоинства и недостатки;
12. Возможности повышения температуры цикла ракетно-турбинного двигателя;
13. Возможности повышения температуры цикла ракетно-прямоточного двигателя;
14. Ракетно-прямоточные двигатели на основе ЖРД: принцип действия;
15. Ракетно-прямоточные двигатели на основе РДТ: принцип действия;
16. Сравнение ракетно-прямоточных двигателей на основе ЖРД и РДТТ, их достоинства и недостатки;
17. Преимущества и недостатки ракетно-прямоточного двигателя по сравнению с ракетным двигателем;
18. Ракетно-турбинный двигатель с системой сжижения: принцип действия;
19. Ракетно-турбинный двигатель с системой сжижения: достоинства и недостатки.
20. Достоинства и недостатки комбинированных двигателей.

Экзамен

Экзамен предполагает ответы студента на 2 теоретических вопроса из билета.

Оценивается полнота и правильность ответа на вопросы.

Оценка «удовлетворительно»: полнота ответа на вопросы : не менее 50% по каждому вопросу.

Оценка «хорошо»: полнота ответа на вопросы: не менее 80% по каждому вопросу.

Оценка «отлично»: полнота ответа на вопросы: не менее 80% по каждому вопросу, ответы на 2-3 дополнительных вопроса из списка со степенью полноты ответа не менее 50% по каждому.

Паспорт фонда оценочных средств

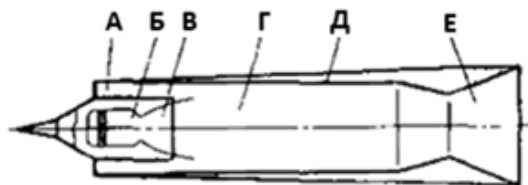
КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-6	
5	9	Раздел 1. Введение в дисциплину.	14	4	2	2	10	20	Вопросы по разделу, Контроль посещаемости
5	9	Раздел 2. Турбопрямоточные двигатели.	23	7	4	3	16	20	Вопросы по разделу, Контроль посещаемости
5	9	Раздел 3. Ракетно-турбинные двигатели.	20	6	3	3	14	20	Вопросы по разделу, Контроль посещаемости
5	9	Раздел 4. Ракетно-прямоточные двигатели на жидком топливе.	24	7	4	3	17	20	Вопросы по разделу, Контроль посещаемости
5	9	Раздел 5. Ракетно-прямоточные двигатели на твёрдом топливе.	27	10	4	6	17	20	Вопросы по разделу, Вопросы к экзамену, Контроль посещаемости
Всего за 9 семестр			108	34	17	17	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	

Оценочные материалы по дисциплине КОМБИНИРОВАННЫЕ ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

ПК-6 - Способен проводить поиск, систематизировать и анализировать информацию по конструктивным и схемным решениям существующей ракетно-космической техники и их элементов

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте элементы конструкции ракетно-прямоточного двигателя с совмещенной камерой смешения и горения с их номерами на схеме:



1. корпус прямоточного контура

2. воздухозаборник

3. камера смешения и сгорания

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

Выберите из списка основное преимущество ракетно-прямоточного двигателя с отдельными камерами смешения и горения перед ракетно-прямоточным двигателем с совмещенной камерой смешения и горения.

1. простота конструкции;

2. лучшие массогабаритные характеристики;

3. большая эффективность организации рабочего процесса;

4. надежность конструктивной схемы.

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность расчета удельных параметров комбинированных двигателей для заданных режимов полета и работы двигателя:

1. Определение теплосодержания продуктов сгорания на выходе из комбинированного двигателя

2. Определение скорости истечения, удельных тяги и импульса тяги

3. Определение отношения давлений в реактивном сопле

4. Анализ исходных данных для определения режимов полета и работы двигателя

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

В каком из комбинированных двигателей для повышения эффективности работы используется высокая энергоемкость подогретого водорода, но не используется хладоресурс водородного топлива?

1. ракетно-прямоточный двигатель с совмещенной камерой смешения и горения;

2. пароводородный ракетно-турбинный двигатель;

3. турбопрямоточный двигатель на базе одноконтурного двигателя;

4. ракетно-турбинный двигатель с системой сжижения воздуха.

- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Преимущества каких силовых установок реализованы в турбопрямоточном двигателе?
1. жидкостный ракетный двигатель;
 2. турбореактивный двигатель;
 3. прямоточный воздушно-реактивный двигатель;
 4. трубодизельный поршневой двигатель.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Преимущества каких силовых установок реализованы в ракетно-турбинном двигателе?
1. жидкостный ракетный двигатель;
 2. прямоточный воздушно-реактивный двигатель;
 3. турбореактивный двигатель;
 4. трубодизельный поршневой двигатель.
- № 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Назовите основное преимущество ракетно-прямоточного двигателя с отдельными камерами смешения и горения перед ракетно-прямоточным двигателем с совмещенной камерой смешения и горения.
- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что является основным недостатком составных силовых установок, в которых предусмотрена последовательная работа различных типов двигателей?
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие преимущества имеет использование твердого ракетного топлива в ракетно-прямоточном двигателе в сравнении с жидким ракетным топливом?
1. упрощение конструкции двигателя
 2. возможность достижения максимальных значений удельного импульса на всей траектории полёта
 3. возможность длительного хранения изделия в подготовленном состоянии
 4. обеспечение эффективного управления режимами работы двигателя в полёте
- № 10 Прочитайте текст и установите последовательность
Установите верную последовательность процессов в ракетном цикле ракетно-турбинного двигателя со смешением потоков:
1. расширение продуктов сгорания в реактивном сопле.
 2. расширение на турбине
 3. повышение давления в камере газогенератора
 4. теплоподвод в камере сгорания
 5. теплоподвод в газогенераторе
 6. смешение с воздухом при примерно постоянном давлении
- № 11 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие между типом комбинированного двигателя и характерным для него устройством дополнительного сжатия воздуха:

1. ракетно-

А. турбореактивный двигатель

прямоточный
двигатель

2.

турбопрямоточный Б. струйный нагнетатель (эжектор)
двигатель

3. ракетно-
турбинный
двигатель

В. компрессор

Г. вентилятор

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

Какие преимущества имеет использование жидкого ракетного топлива в ракетно-прямоточном двигателе в сравнении с твердым ракетным топливом?

1. возможность длительного хранения изделия в подготовленном состоянии;
2. упрощение конструкции двигателя ;
3. возможность достижения максимальных значений удельного импульса на всей траектории полёта;
4. достижение максимальной экономичности в условиях малых (дозвуковых) скоростей полёта.