

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пусковые устройства, транспортно-установочное оборудование и средства обслуживания стартовых комплексов
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ 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	
4	8	3	108	51	17	34	0	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

год набора группы: 2026

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ _____
Савченко Григорий Борисович, старший преподаватель

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ _____
Кудров Александр Николаевич, преподаватель

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

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Маштаков А.П., к.т.н., доц. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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-1 — Способен использовать CALS-технологии и определять внешний облик изделий, разрабатывать состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-1

знания:

разнообразие типов схемных и конструктивных решений двигательных установок (ДУ), определяющей на стадии разработки принципы обоснования их параметров, способов оптимизации, обеспечения максимальной энергетической эффективности

использований ДУ в составе различного назначения энергетических систем, базирующейся на фундаментальных представлениях о ДУ как сложной технической системе;;

умения:

математическое обеспечение для оценки основных технико-экономических характеристик ДУ с учётом вариативности их назначения, схемных решений, состава рабочих топливных композиций;;

навыки:

анализа схемных и конструктивных решений ДУ и агрегатов;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕРМОДИНАМИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АГРЕГАТЫ СТАРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОРСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НАЗЕМНОГО БАЗИРОВАНИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАРТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.**

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 для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

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	Лабораторный практикум		ПК-1
4	8	Раздел 1. Энергетические основы рабочего процесса в реактивных двигателях. Тяга ракетного двигателя и удельная адиабатическая работа. Анализ формулы тяги. Удельный импульс, расходный комплекс, тяговый комплекс. Система импульсных коэффициентов потерь. Коэффициент избытка окислителя. Соотношение компонентов топлива.	14	4	4	0	10	20
4	8	Раздел 2. Основные элементы ЖРД. Схемы систем подачи топлива в камеру ЖРД. Схемы ЖРД с дожиганием и без дожигания газогенераторных газов. Состав ЖРД и его основные элементы. Схемы подачи топлива в камеру ЖРД (вытеснительная и насосная). Открытая и закрытая схемы ЖРД. Область применения и основные параметры. Методика расчета энергетического баланса.	27	15	3	12	12	20
4	8	Раздел 3. Организация рабочего процесса и характеристики камер сгорания и газогенераторов РД. Формы камер сгорания. Процесс смесеобразования компонентов в форсуночной головке. Основные типы форсунок для схем «газ-газ», «газ-жидкость». Компоновка форсунок. Конструкция газогенератора. Однозонный, двухзонный газогенератор. Газогенераторы работающие на окислительном и восстановительном газе, сравнение. Виды охлаждения камеры сгорания и газогенератора. Охлаждение и теплозащита. Требования к охлаждающим жидкостям. Конструктивные особенности трактов охлаждения.	26	14	3	11	12	20
4	8	Раздел 4. Общая теория лопаточных машин. Устройство и принцип работы ТНА. Турбонасосный агрегат, назначение. Виды компоновки ТНА: однороторный, многороторный; редукторный, безредукторный. Классификация турбин РД. Основные характеристики. Классификация насосов по конструкции: тангенциальный, осевой, центробежный, шнекоцентробежный. Основные характеристики для насосов. Понятие кавитации. Режим срыва работы для разного типа насосов. Способы повышения давления на входе в насос для борьбы с кавитацией. Уплотнения, применяемые в ТНА для устранения утечек. Виды уплотнений: контактные, бесконтактные. Конструкция, принцип действия, материалы уплотнений.	27	15	4	11	12	20
4	8	Раздел 5. Основные элементы систем автоматики двигателей. Принцип работы и устройства. Регулирование ЖРД. Система стабилизации соотношения компонентов – назначение, принцип действия, основной исполнительный орган. Система синхронного опорожнения баков. Система регулирования камеры сгорания. Управление вектором тяги.	14	3	3	0	11	20
Всего за 8 семестр			108	51	17	34	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Основные элементы ЖРД.	Выбор, обоснование и расчет характеристик и схемных решений пневмогидравлической системы ЖРД, исходя из тактико-технических требований к ракете.	12
2	Раздел 3. Организация рабочего процесса и характеристики камер сгорания и газогенераторов РД.	Выбор, обоснование и расчет схемно-конструкторских решений для КС и ГГ ЖРД в зависимости от требований к двигателю.	11
3	Раздел 4. Общая теория лопаточных машин. Устройство и принцип работы ТНА.	Выбор, обоснование и расчет схемно-конструкторских решений систем подачи ЖРД в зависимости от назначения двигателя.	11
Всего за 8 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Энергетические основы	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	10

	рабочего процесса в реактивных двигателях.		
2	Раздел 2. Основные элементы ЖРД.	Основные элементы ЖРД. Схемы систем подачи топлива в камеру ЖРД. Схемы ЖРД с дожиганием и без дожигания газогенераторных газов. 1 Подготовка к лабораторному занятию: изучение пневмогидравлической схемы двигателя. 2 Подготовка к лабораторному занятию: изучение конструктивных особенностей основных агрегатов двигателя. 3 Подготовка к лабораторному занятию: изучение конструктивных особенностей и принципа работы систем автоматики двигателя.	12
3	Раздел 3. Организация рабочего процесса и характеристики камер сгорания и газогенераторов РД.	Организация рабочего процесса и характеристики камер сгорания и газогенераторов РД. 1 Подготовка к лабораторному занятию: изучение конструктивных особенностей и принципа работы систем автоматики двигателя. 2 Подготовка к лабораторному занятию: изучение конструктивных особенностей основных агрегатов двигателя. 3 Подготовка к лабораторному занятию: изучение пневмогидравлической схемы двигателя. Режимов работы двигателя	12
4	Раздел 4. Общая теория лопаточных машин. Устройство и принцип работы ТНА.	Общая теория лопаточных машин. Устройство и принцип работы ТНА. 1 Подготовка к лабораторному занятию: изучение пневмогидравлической схемы двигателя. Режимов работы двигателя 2 Подготовка к лабораторному занятию: изучение конструктивных особенностей основных агрегатов двигателя. 3 Подготовка к лабораторному занятию: изучение конструктивных особенностей и принципа работы систем автоматики двигателя.	12
5	Раздел 5. Основные элементы систем автоматики двигателей.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	11
Всего за 8 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
8					Собес	ДР		ЛР	Собес	ДР			ЛР		Собес	ДР	ЛР, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Собес – собеседование;
- ЛР – лабораторная работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- собеседование;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

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. Д. Г. Кравченко, А. А. Киршина. . Устройство двигателя РД-0204 (8Д44). СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, эл. рес.
3. Д. Г. Кравченко, А. А. Киршина. . Устройство двигателя РД-0204 (8Д44). СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 65 экз.
4. Д. Г. Кравченко, Ю. В. Анискевич, А. М. Лабанова. . Устройство двигателя РД-107. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 81 экз.
5. Д. Г. Кравченко, Ю. В. Анискевич, А. М. Лабанова. . Устройство двигателя РД-107. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
6. 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:

1. Двигатель.

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

1. <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. Лабораторные занятия:

1. Препарированные натурные образцы отдельных элементов РД..

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 **ДВИГАТЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1 Способен использовать CALS-технологии и определять внешний облик изделий, разрабатывать состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разнообразием типов схемных и конструктивных решений жидкостных двигательных установок, определяющих принципы обоснования параметров, способы обеспечения достижимых уровней эксплуатационной надёжности, экологических характеристик, комплексной оптимизации параметров их технико-экономической эффективности ДУ как сложной технической системы с учетом их назначения и конкретных условий эксплуатации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- собеседование;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**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. Энергетические основы рабочего процесса в реактивных двигателях.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-5) М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (1-5)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Основные элементы ЖРД.		
Основные элементы ЖРД. Схемы систем подачи топлива в камеру ЖРД. Схемы ЖРД с дожиганием и без дожигания газогенераторных газов. 1 Подготовка к лабораторному занятию: изучение пневмогидравлической схемы двигателя. 2 Подготовка к лабораторному занятию: изучение конструктивных особенностей основных агрегатов двигателя. 3 Подготовка к лабораторному занятию: изучение конструктивных особенностей и принципа работы систем автоматики двигателя.	Д. Г. Кравченко, А. А. Киришина. . Устройство двигателя РД-0204 (8Д44): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-6) Д. Г. Кравченко, А. А. Киришина. . Устройство двигателя РД-0204 (8Д44): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-6) Д. Г. Кравченко, Ю. В. Анискевич, А. М. Лабанова. . Устройство двигателя РД-107: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.	12

	Ф. Устинова, 2018 (1-6) Д. Г. Кравченко, Ю. В. Анискевич, А. М. Лабанова. . Устройство двигателя РД-107: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-6)	
Итого по разделу 2		12
Раздел 3. Организация рабочего процесса и характеристики камер сгорания и газогенераторов РД.		
Организация рабочего процесса и характеристики камер сгорания и газогенераторов РД. 1 Подготовка к лабораторному занятию: изучение конструктивных особенностей и принципа работы систем автоматики двигателя. 2 Подготовка к лабораторному занятию: изучение конструктивных особенностей основных агрегатов двигателя. 3 Подготовка к лабораторному занятию: изучение пневмогидравлической схемы двигателя. Режимов работы двигателя	Д. Г. Кравченко, А. А. Киришина. . Устройство двигателя РД-0204 (8Д44): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-6) Д. Г. Кравченко, Ю. В. Анискевич, А. М. Лабанова. . Устройство двигателя РД-107: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-6) Д. Г. Кравченко, Ю. В. Анискевич, А. М. Лабанова. . Устройство двигателя РД-107: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-6) Д. Г. Кравченко, А. А. Киришина. . Устройство двигателя РД-0204 (8Д44): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-6)	12
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Общая теория лопаточных машин. Устройство и принцип работы ТНА.		
Общая теория лопаточных машин. Устройство и принцип работы ТНА. 1 Подготовка к лабораторному занятию: изучение пневмогидравлической схемы двигателя. Режимов работы двигателя 2 Подготовка к лабораторному занятию: изучение конструктивных особенностей основных агрегатов двигателя. 3 Подготовка к лабораторному занятию: изучение конструктивных особенностей и принципа работы систем автоматики двигателя.	Д. Г. Кравченко, Ю. В. Анискевич, А. М. Лабанова. . Устройство двигателя РД-107: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-6) Д. Г. Кравченко, А. А. Киришина. . Устройство	12

	<p>двигателя РД-0204 (8Д44): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-6)</p> <p>Д. Г. Кравченко, А. А. Киришина. . Устройство двигателя РД-0204 (8Д44): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-6)</p> <p>Д. Г. Кравченко, Ю. В. Анискевич, А. М. Лабанова. . Устройство двигателя РД-107: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-6)</p>	
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Основные элементы систем автоматики двигателей.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	<p>М. В. Добровольский. . Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016 (8-15)</p> <p>Б. Т. Ерохин. . Теория и проектирование ракетных двигателей: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (8-15)</p>	11
Итого по разделу 5		11

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- собеседование;
- лабораторная работа;
- дифференцированный 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.

Собеседование

Собеседование проводится при защите двигателя. Оценивается способность обучающегося найти и показать основные элементы двигательной установки на ПГС и на натурном образце, суметь объяснить их принцип действия, знать основные характеристики двигательной установки, способность объяснить циклограмму работы. Собеседование успешно пройдено, если обучающийся правильно ответил более чем на 60% вопросов преподавателя.

Примерный перечень вопросов на защиту двигателя:

1. Рассказать о назначении двигателя.
2. Рассказать о составе двигателя, указать расположение всех узлов на ПГС.
3. Доложить о свойствах и характеристиках топливных компонентов.
4. Доложить значения параметров двигателя.
5. Какие параметры двигателя в каких пределах регулируются?
6. Указать на ПГС все элементы, указать их назначение.
7. Описать работу агрегатов при запуске и переходных режимах.
9. Описать работу агрегатов при останове двигателя.
10. Рассказать о камере сгорания: состав, основные характеристики, работа.
11. Какие особенности имеет система смесеобразования в этом двигателе?
12. Какие особенности охлаждения камеры и ГГ имеются у этого двигателя?
13. Описать основные особенности ТНА: назначение, состав, основные характеристики.
14. Из каких элементов состоит система уплотнений ТНА, как они работают?
15. Какие характеристики имеют турбина, НОК и НГ?
16. Как устроен ГГ: какие имеет характеристики?
17. Какие на этом двигателе используются агрегаты управления, регулирования, контроля?
18. Рассказать устройство, особенности конструкции и характеристики регулятора расхода.
19. Рассказать, как работает регулятор.
20. Как устроен и как работает дроссель – регулятор СОБ?
21. Как устроены и как работают клапаны пуска, какие у них назначения.
22. Как устроен и как работают клапан воздуха, какое у него назначение.
23. Как устроен и как работают клапан окислителя, какое у него назначение.
24. Как устроен и как работают клапан отсечки горючего от ГГ, какое у него назначение.
25. Как устроен и как работают клапан отсечки горючего от КС, какое у него назначение.

Лабораторная работа

Требования к отчету по ЛР.

Отчет по ЛР представляется в рукописном виде в формате, предусмотренном шаблоном по лабораторной работе. Защита отчета происходит в форме доклада студента по лабораторной работе и ответов студента на вопросы преподавателя.

В случае, если оформление отчета, уровень знания и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает зачет по данной ЛР.

Основанием для доработки могут служить:

- небрежное выполнение;

- низкое качество графического материала;

Отчет не может быть принят и подлежит переработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;

- отсутствия необходимого графического материала;

- некорректной обработки результатов вычислений;

- некорректных выводов по выполненной работе, а также при отсутствии объяснения полученных результатов.

Прием отчета представляет собой собеседование, в ходе которого студент должен ответить на теоретические и практические вопросы по данной лабораторной работе. При ответе оценивается правильность и полнота ответа. Защита лабораторной работы может быть признана неудовлетворительной в случае низкого уровня знаний студента по теме лабораторной работы.

Дифференцированный зачет

Необходимым условием получения дифференцированного зачёта является выполнение всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины.

Зачет может проходить в одной из двух форм:

1. Дифференцированный зачет проходит в форме тестирования. Тест содержит 20 вопросов. Вопросы тестирования представлены в УМК дисциплины.

Более 90% теста решено правильно – зачтено-отлично.

Более 80-90% теста решено правильно – зачтено-хорошо.

Более 60-80% теста решено правильно – зачтено-удовлетворительно.

Менее 60% теста решено правильно – не зачтено.

2. По желанию студента зачет может проходить по билету, с ответом на три вопроса (по одному из каждого раздела). Вопросы представлены в УМК дисциплины.

Ответ на «зачтено-удовлетворительно»: ответ строго по билету, полнота ответа 60-80% по каждому вопросу.

Ответ на «зачтено-хорошо»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу.

Ответ на «зачтено-отлично»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу, ответы на 2-3 дополнительных вопроса из списка "вопросы по разделу" со степенью полноты ответа не менее 60% по каждому.

"Не зачтено" может быть поставлено при отсутствии ответа на один или оба вопроса билета, а также при полноте ответа ниже 60%.

При различии полноты ответа на два вопроса свыше 20%, полнота ответа на экзаменационный билет оценивается по среднеарифметическому значению.

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	Лабораторный практикум		ПК-1	
4	8	Раздел 1. Энергетические основы рабочего процесса в реактивных двигателях.	14	4	4	0	10	20	Собеседование
4	8	Раздел 2. Основные элементы ЖРД.	27	15	3	12	12	20	Лабораторная работа
4	8	Раздел 3. Организация рабочего процесса и характеристики камер сгорания и газогенераторов РД.	26	14	3	11	12	20	Лабораторная работа
4	8	Раздел 4. Общая теория лопаточных машин. Устройство и принцип работы ТНА.	27	15	4	11	12	20	Лабораторная работа
4	8	Раздел 5. Основные элементы систем автоматики двигателей.	14	3	3	0	11	20	Собеседование
Всего за 8 семестр			108	51	17	34	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	

ПК-1 - Способен использовать CALS-технологии и определять внешний облик изделий, разрабатывать состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс

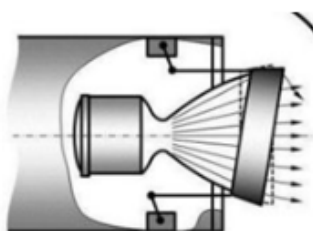
№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите варианты схем жидкостных ракетных двигателей с насосной системой подачи компонентов в порядке увеличения максимально возможного значения давления в камере:

- 1) Газ + газ
- 2) Жидкость + жидкость
- 3) Жидкость + газ

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

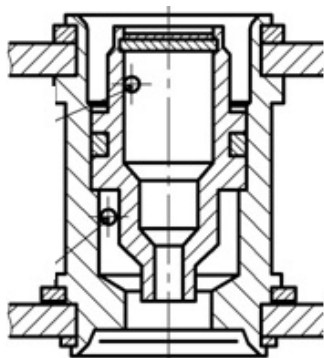
К какому способу управления вектором тяги относится способ, изображенный на рисунке?



- 1) аэродинамический способ
- 2) с частичным отклонением струи
- 3) газодинамический способ

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

Какого типа форсунка представлена на рисунке? Запишите развернутый обоснованный ответ.



- 2 двухкомпонентная центробежная тангенциально-центробежная с внутренним смешением
- 3 пневматическая
- 4 двухкомпонентная центробежная тангенциально-центробежная с внешним смешением
- 5 двухкомпонентная шнекоцентробежная с внутренним смешением

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чем принципиальное отличие ракеты-носителя с двигательной установкой, работающей по схеме с дожиганием генераторного газа от двигательной установки, работающей по схеме без дожигания генераторного газа? Запишите развернутый обоснованный ответ.

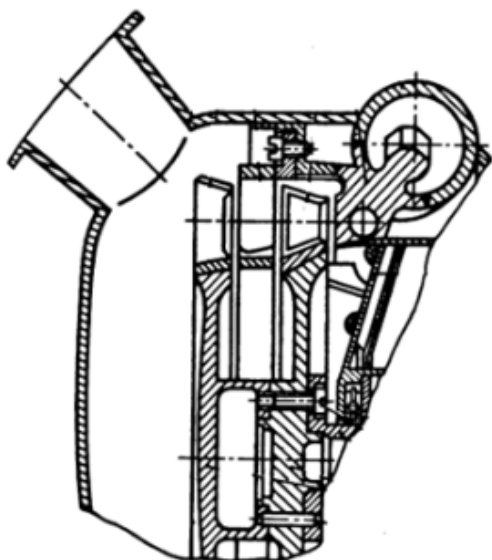
№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Охлаждающий тракт какого типа целесообразнее использовать для охлаждения критического сечения сопла жидкостного ракетного двигателя?

- 1) Гладкий щелевой тракт
- 2) Тракт со связанными оболочками по выштамповкам
- 3) Тракт со связанными через гофрированную проставку оболочками
- 4) Фрезерованный тракт

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

Какого типа турбина жидкостного ракетного двигателя представлена на схеме?



- 1) Осевая
- 2) Центробежная
- 3) Центробежная
- 4) Одноступенчатая
- 5) Двухступенчатая

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

Какой из способов управления вектором тяги подразумевает наличие гибких трубопроводов, карданного подвеса?

- 1) аэродинамический способ
- 2) с частичным отклонением струи
- 3) с полным отклонением струи
- 4) газодинамический способ

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

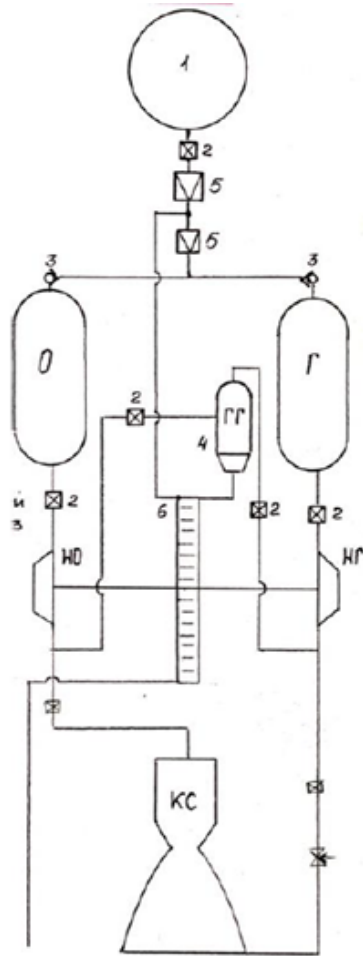
В электронную базу данных необходимо внести информацию о двигателях, использующих открытую турбонасосную схему подачи (без дожигания генераторного газа). Выберите из перечисленных те двигатели, информация о которых должна быть внесена:

- 1) 8Д44
- 2) РД-107

3) НК-33

4) 5Д67

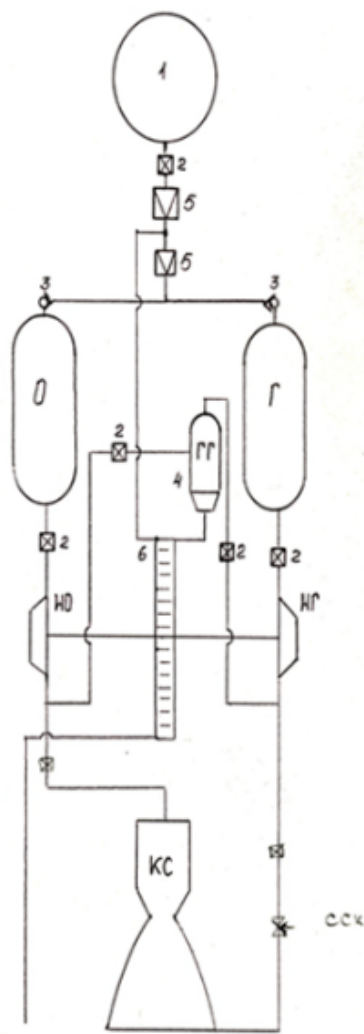
№ 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
ЖРД какого типа изображен на рисунке? Запишите полный обоснованный ответ.



№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

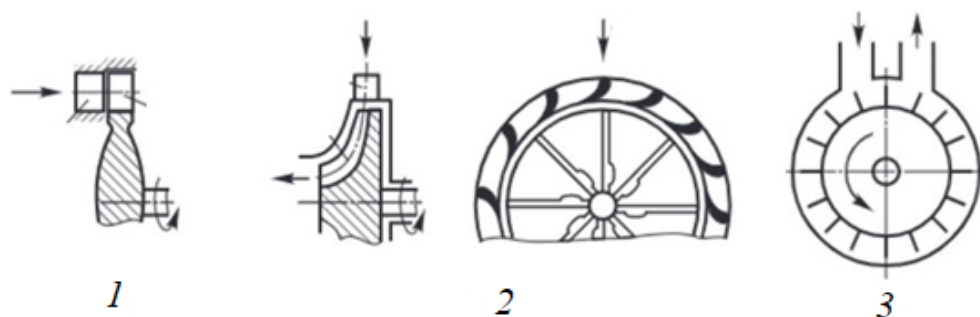
На рисунке изображена пневмогидравлическая схема жидкостного ракетного двигателя.
Соотнесите цифры (от 1 до 4), указанные на схеме, с названиями соответствующих элементов.

- А- газовый аккумулятор давления
- Б- пуско-отсечной клапан
- В- обратный клапан
- Г- газогенератор
- Д- редуктор
- Е- турбина



№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Какого типа турбины изображены на схемах? Сопоставьте номер схемы и правильный ответ.



А - осевая

Б - радиальная центробежная

В - радиальная центробежная

Г - тангенциальная

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите виды трактов охлаждения жидкостного по мере увеличения их эффективности отвода тепловых потоков и прочности.

1) Несвязанные оболочки

2) Гофрированный тракт

3) Тракт с выштамповками

4) Фрезерованный тракт