

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Юнаков Л. П.  
(подпись) ФИО  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование технологических процессов производства авиационных, ракетных двигателей и энергетических установок
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	51	17	0	34	57	0	0	57	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ  
Василевский Дмитрий Олегович, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

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 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 ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

**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:

ОПК-7 — способность критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

**ОПК-7**

знания:

типы авиационных двигателей и конверсионных энергетических установок на их основы, в том числе различные сложные циклы;;

умения:

Разработка конструкторской, эксплуатационной и ремонтной документации на ГТД и стендовое оборудование;;

навыки:

Формулирует назначение и функциональные признаки предмета проектирования;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕОРИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВРД, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- 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, % ОПК-7
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		
3	5	Раздел 1. Общие сведения об авиационных двигателях и перспективных типах силовых установок летательных аппаратов. 1.1 Классификация воздушно-реактивных двигателей. 1.2 Перспективные концепции авиационных двигателей.	27	12	2	10	15	15
3	5	Раздел 2. Основные узлы газотурбинных двигателей и их характеристики. 2.1 Входные устройства ВРД. 2.2 Компрессоры ВРД. 2.3 Камеры сгорания. 2.4 Газовые Турбины. 2.5 Выходные устройства.	31	11	5	6	20	15
3	5	Раздел 3. ВРД как тепловая машина и двигатель. 3.1. I-S диаграмма рабочего процесса ВРД. 3.2. Работа цикла ВРД. 3.3. Зависимость работы цикла от параметров рабочего процесса. 3.4. Эффективный КПД. 3.5. Силовая установка с ВРД как двигатель. 3.6. Удельные параметры ВРД. 3.7. КПД воздушно-реактивного двигателя. 3.8. Энергетический баланс ВРД. 3.9. Особенности рабочего процесса и параметры ТРДФ.	14	4	4	0	10	15
3	5	Раздел 4. Совместная работа узлов ВРД. 4.1. Задачи управления ТРД и ТРДФ. Понятие о программах, управлении. 4.2. Совместная работа турбины и выходного сопла. 4.3. Совместная работа компрессора, камеры сгорания и турбины одновалных ТРД и ТРДФ. 4.4. Особенности совместной работы узлов ТРДФ на форсированных режимах.	18	11	3	8	7	30
3	5	Раздел 5. Характеристики ТРД и ТРДФ. 5.1. Понятие о термодинамическом расчете. 5.2. Характеристики ТРД и ТРДФ. 5.3. Дроссельные характеристики. 5.4. Скоростные характеристики. 5.5. Высотные характеристики.	18	13	3	10	5	25
Всего за 5 семестр			108	51	17	34	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие сведения об авиационных двигателях и перспективных типах силовых установок летательных аппаратов.	Изучение натуральных образцов ГТД различных конструктивных схем.	10
2	Раздел 2. Основные узлы газотурбинных двигателей и их характеристики.	Изучение основных агрегатов натуральных образцов ГТД различного назначения.	6
3	Раздел 4. Совместная работа узлов ВРД.	Изучение конструкции камер сгорания натуральных образцов ГТД различного назначения.	8
4	Раздел 5. Характеристики ТРД и ТРДФ.	Изучение конструкции блоков лопаточных машин натуральных образцов ГТД 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. Общие сведения об авиационных двигателях и перспективных типах силовых установок летательных аппаратов.	Изучение дополнительного материала по электроракетным двигателям.	15
2	Раздел 2. Основные узлы газотурбинных двигателей и их характеристики.	Основы термодинамического расчёта КС.	20
3	Раздел 3. ВРД как тепловая машина и двигатель.	Основы работы в ПО по построению характеристик осевого компрессора и термодинамический расчёт КС.	10
4	Раздел 4. Совместная работа узлов ВРД.	Изучение литературы на тему конверсионных ГТД.	7
5	Раздел 5. Характеристики ТРД и ТРДФ.	Основы работы в ПО по построению характеристик основных характеристик турбин	5
Всего за 5 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
5		ВРЗД	ВРЗД			ДР		ВРЗД		ДР	ВРЗД					ДР	ВРЗД, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 1 Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
3. В. А. Григорьев, Д. С. Калабухов, В. С. Захарченко. Основы теории, расчёта и проектирования воздушно-реактивных двигателей. Самара: СамГУ, 2021, эл. рес.
4. В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. М.: Машиностроение, 2017, эл. рес.
5. В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Москва: Машиностроение, 2020, 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. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;;
3. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — 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](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. 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 **ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК** 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*:

ОПК-7 способность критически и системно анализировать достижения отрасли двигателестроения и энергетической техники и способы их применения в профессиональном контексте.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением принципа работы воздушно- реактивных двигателей (ВРД), в том числе электроракетных двигателей типов. Дисциплина направлена на рассмотрение схемных решений ВРД, основных параметров агрегатов и узлов, термодинамических и газодинамических параметров процессов, областей применения различных типов двигательных установок с ВРД.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный 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.
<b>Раздел 1. Общие сведения об авиационных двигателях и перспективных типах силовых установок летательных аппаратов.</b>		
Изучение дополнительного материала по электроракетным двигателям.	В. А. Григорьев, Д. С. Калабухов, В. С. Захарченко. . Основы теории, расчёта и проектирования воздушно-реактивных двигателей : Самара: СамГУ, 2021 (1)	15
Итого по разделу 1		15
<b>Раздел 2. Основные узлы газотурбинных двигателей и их характеристики.</b>		
Основы термодинамического расчёта КС.	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2)	20
Итого по разделу 2		20
<b>Раздел 3. ВРД как тепловая машина и движатель.</b>		
Основы работы в ПО по построению характеристик осевого компрессора и термодинамический расчёт КС.	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 1 Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2)	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Совместная работа узлов ВРД.</b>		
Изучение литературы на тему конверсионных ГТД.	В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: М.: Машиностроение, 2017 (10-14)	7
Итого по разделу 4		7
<b>Раздел 5. Характеристики ТРД и ТРДФ.</b>		
Основы работы в ПО по построению характеристик основных характеристик турбин	В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (6)	5
Итого по разделу 5		5

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- 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.

#### Вопросы по разделу

Перечень вопросов по разделу направлен на обеспечение контроля усвоения лекционного материала и размещен в УМК дисциплины.

#### Дифференцированный зачет

В случае если более 60 баллов в ЭОС moodle зачёт проставляется автоматом. Менее 60 баллов - зачет представляет собой тестирование, включающее 20 вопросов. Зачет считается сданным при наличии правильных ответов более чем на 12 вопросов. Перечень вопросов к зачету размещен в УМК дисциплины

Критерии оценивания выполнения дифференциального зачёта проставляется на основании Moodle:

зачтено-удовлетворительно - дано не менее 60% суммарных баллов по дисциплине;

зачтено-хорошо - суммарных баллов по дисциплине от 60 до 80%.

зачтено-отлично - более 80 % суммарных баллов по дисциплине.

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		ОПК-7	
3	5	Раздел 1. Общие сведения об авиационных двигателях и перспективных типах силовых установок летательных аппаратов.	27	12	2	10	15	15	Вопросы по разделу
3	5	Раздел 2. Основные узлы газотурбинных двигателей и их характеристики.	31	11	5	6	20	15	Вопросы по разделу
3	5	Раздел 3. ВРД как тепловая машина и движатель.	14	4	4	0	10	15	Вопросы по разделу
3	5	Раздел 4. Совместная работа узлов ВРД.	18	11	3	8	7	30	Вопросы по разделу
3	5	Раздел 5. Характеристики ТРД и ТРДФ.	18	13	3	10	5	25	Вопросы по разделу
Всего за 5 семестр			108	51	17	34	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	

## Критерии оценивания

### ОПК-7

Вопросы открытого типа:

- № 1 За счёт изменения какой составляющей повышается давление в ПВРД и ПуВРД?  
 № 2 Входные устройства (ВУ) могут использоваться для...  
 № 3 Перечислите основные требования, предъявляемые к входным устройства (ВУ)?  
 № 4 За счёт изменения какой составляющей повышается давление в ПВРД и ПуВРД?  
 № 5 От чего зависит степень повышения давления и КПД в компрессоре и нужно ли строить характеристики компрессора?

-Степень повышения давления и КПД компрессора зависят от приведенного расхода.

-Степень повышения давления и КПД компрессора зависят от изменения адиабатного КПД

-Степень повышения давления и КПД компрессора зависят от мощности компрессора

Выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

- № 6 Какие условия совместной работы узлов ВРД определяются?

Запишите развернутый ответ

- № 7 В какой части ГТД производится работа для привода компрессора и как осуществляется совместная работа ГТД?

- № 8 Какое предприятие является разработчиком двигателя АИ-25?

- № 9 Классификация ВРД по принципу создания тяги?

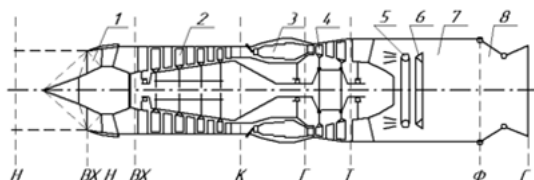
- № 10 Какие возможны пути совершенствования авиационных двигателей?

Запишите развернутый ответ

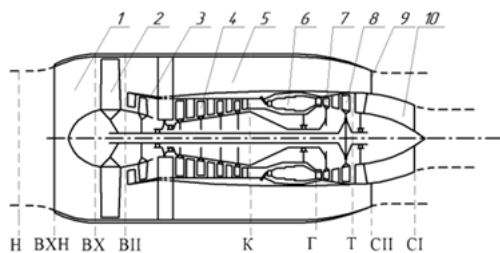
Вопросы закрытого типа:

- № 1 Выберите из представленных изображений, принципиальную схему двухвального ТВД.

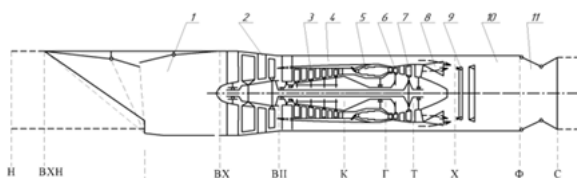
a.



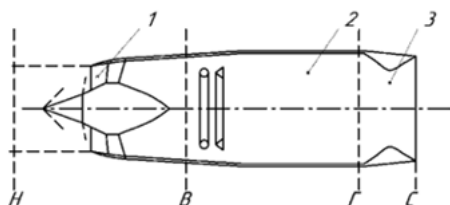
b.



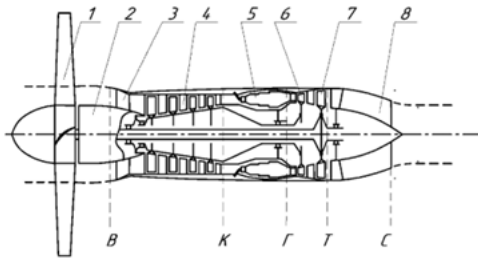
c.



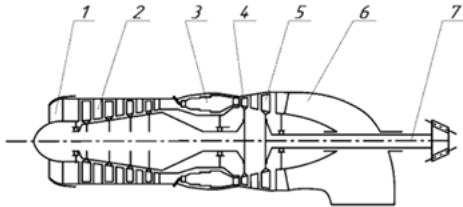
d.



e.



f.



№ 2

На изображение представлен агрегат, выберите функцию, за которую он отвечает.



Выберите один ответ:

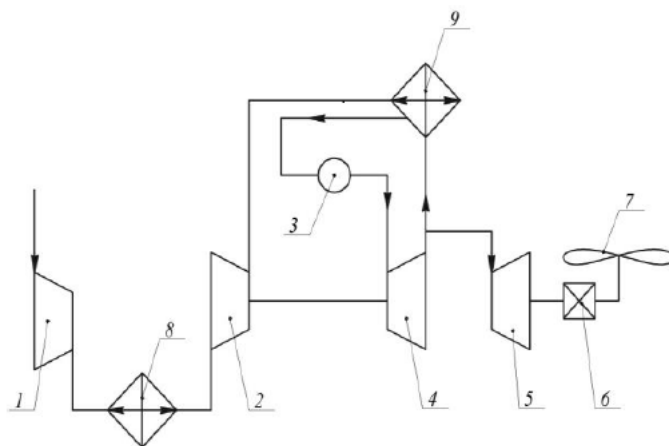
№ 3 Выберите правильный вариант термина тяги двигателя.

1. проекция на продольную ось двигателя равнодействующей сил давления и трения, действующих на внутреннюю поверхность двигателя
2. равнодействующая сил давления и трения, действующих на внутреннюю и внешнюю поверхность двигателя
3. проекция на продольную ось двигателя равнодействующей сил давления и трения, действующих на внутреннюю и внешнюю поверхность двигателя

№ 4 Укажите как связаны между собой роторы первого и второго контура двигателя АИ-25.

- a. Связь отсутствует
- b. Газодинамически
- c. Химически
- d. Механически

№ 5 На рисунке представлена упрощенная схема газотурбинного двигателя с регенерацией и охлаждением, необходимо соотнести название и номер элемента, указанных на схеме.



А – компрессор низкого давления;

Б – компрессор высокого давления;

В – камера сгорания;

Г – турбина компрессора;

Д – свободная турбина;

Е – редуктор;

Ж – несущий винт;

З – промежуточный охладитель;

И – регенератор

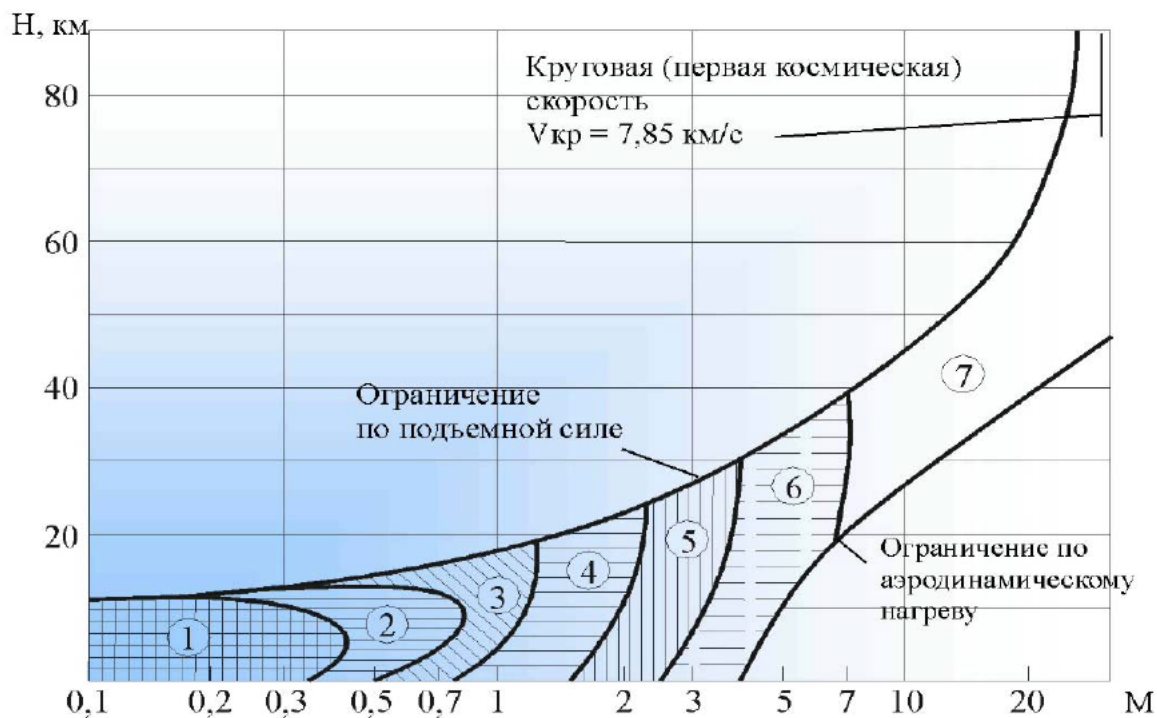
№ 6 Тяга ТРД создается за счет:

1. Истечения продуктов сгорания через сопло

2. Действия воздушного винта

3. Истечения воздуха через второй контур

№ 7 На рисунке приводятся области применения различных ВРД в зависимости от скорости полета и высоты, необходимо соотнести тип и номер двигателей, указанных на данном рисунке.



А – ТВД и ТВВД;

Б – вертолетный ГТД;

В – ТРД;

Г – ТРДД;

Д – ПВРД и СПВРД;

Е – ТРДФ и ТРДДФ;

Ж – ГПВРД;

№ 8 Удельная тяга — это:

1. тяга, приходящаяся на 1 кг массы двигателя
2. тяга, приходящаяся на 1 кг/с общего расхода воздуха, проходящего через камеру сгорания
3. тяга, приходящаяся на 1 кг/с общего расхода топлива, проходящего через двигатель
4. тяга, приходящаяся на 1 м<sup>2</sup> поперечного сечения двигателя
5. тяга, приходящаяся на 1 кг/с общего расхода воздуха, проходящего через двигатель

№ 9 Степень понижения давления в турбине выполненного двигателя определяется из условия совместной работы турбины и сопла, определяемого уравнением баланса А газа через В сечение первого соплового аппарата турбины и критического сечения сопла.

А – расхода      В – входное

А – температуры В - критическое

№ 10 Выберите верный ответ, какие действия требуется произвести пилоту, в случае существенного понижения температуры за бортом или непосредственного обмерзания входных элементов двигателя и самолета в целом.

- a. Повернуть биметаллическую пружину клапана регулирования.
- b. Ничего, все действия производит автоматическая система регулирования.
- c. Закрыть перепускные воздушные клапаны двигателя.
- d. Включить противообледенительную систему двигателя.