

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(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: 2025

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, старший преподаватель

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

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

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА И ТЕОРИИ 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 — Способен 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, % |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | ОПК-7 |
| 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 движитель. 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 движитель. 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 "электрическим" ГТД. | 15 |
| 2 | Раздел 2. Основные узлы газотурбинных двигателей и их характеристики. | Основы термодинамического расчёта КС. | 20 |
| 3 | Раздел 3. ВРД как тепловая машина и движитель. | 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 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 — 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. 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 Способен 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. |
|--|--|--------------------|
| Раздел 1. Общие сведения об авиационных двигателях и перспективных типах силовых установок летательных аппаратов. | | |
| Изучение дополнительного материала по "электрическим" ГТД. | 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 |
| Раздел 2. Основные узлы газотурбинных двигателей и их характеристики. | | |
| 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 |
| Раздел 3. ВРД как тепловая машина и движатель. | | |
| 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 |
| Раздел 4. Совместная работа узлов ВРД. | | |
| 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 |
| Раздел 5. Характеристики ТРД и ТРДФ. | | |
| Основы работы в ПО по построению 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 | |

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

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

В какой части ГТД производится работа для привода компрессора и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

1. турбина
2. камера сгорания
3. сопло
4. компрессор

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Как классифицируется ВРД по принципу создания тяги?

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите правильный порядок слева направо расположения частей ТРД

1. сопло
2. камера сгорания
3. турбина
4. компрессор

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

В каком порядке располагаются характерные сечения при проведения циклового расчёта ТРД?

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.

1. за воздухозаборником
2. перед входом в двигатель
3. за камерой сгорания
4. за компрессором
5. на срезе сопла
6. за турбиной

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

Выберите методы, которые используются для определения характеристик двигателя, а также запишите аргументы, обосновывающие выбор от

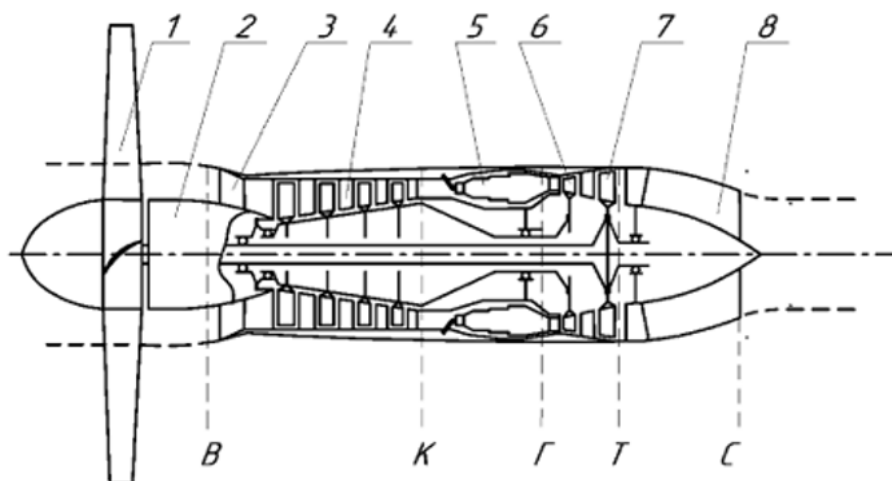
1. Теоретические
2. Расчётные
3. Экспериментальные
4. Эмпирические

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

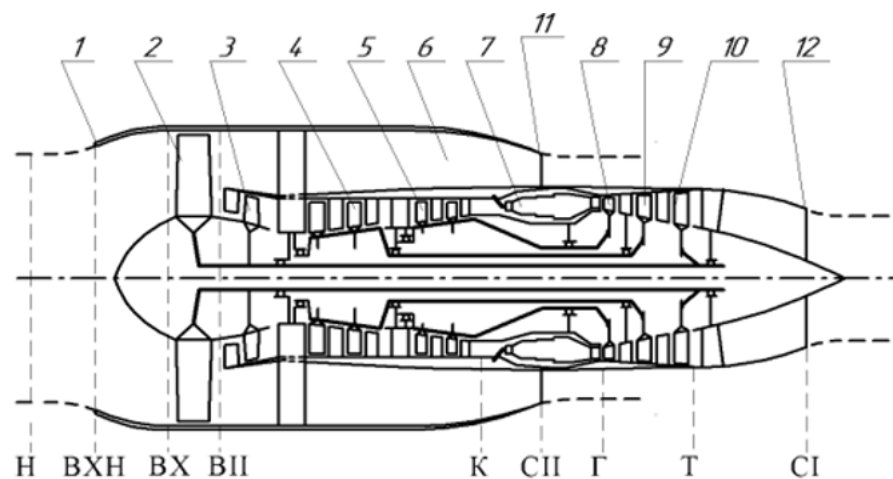
Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Выберите из представленных изображений, принципиальную схему двухвального ТВД и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

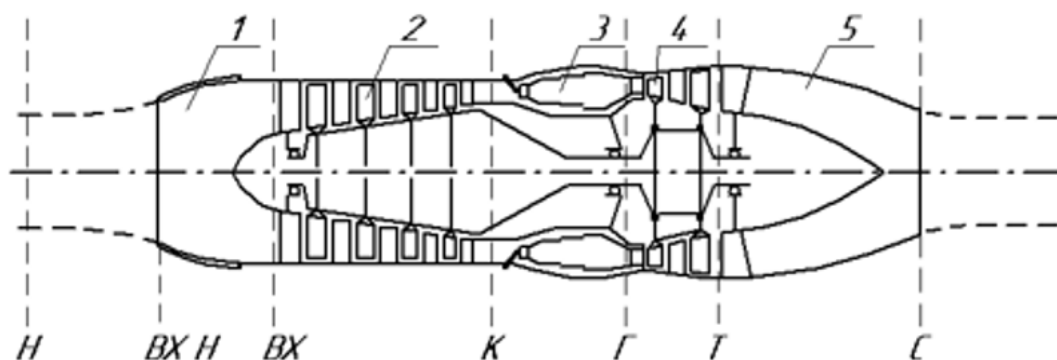
1.



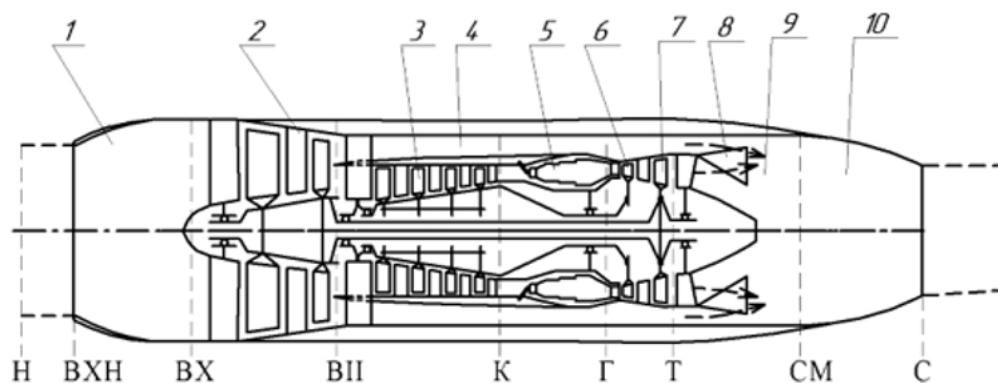
2.



3.



4.



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

Выберите какой параметр характеризует эффективность ВРД как тепловой машины и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

1. Эффективный КПД
2. Общий КПД
3. Тяговый КПД
4. Механический КПД

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

Укажите верные ответы, при которых используется режим малого газа в двигателе и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

1. Для руления на земле
2. Набора высоты.
3. Прогрева двигателя.
4. Снижения высоты

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

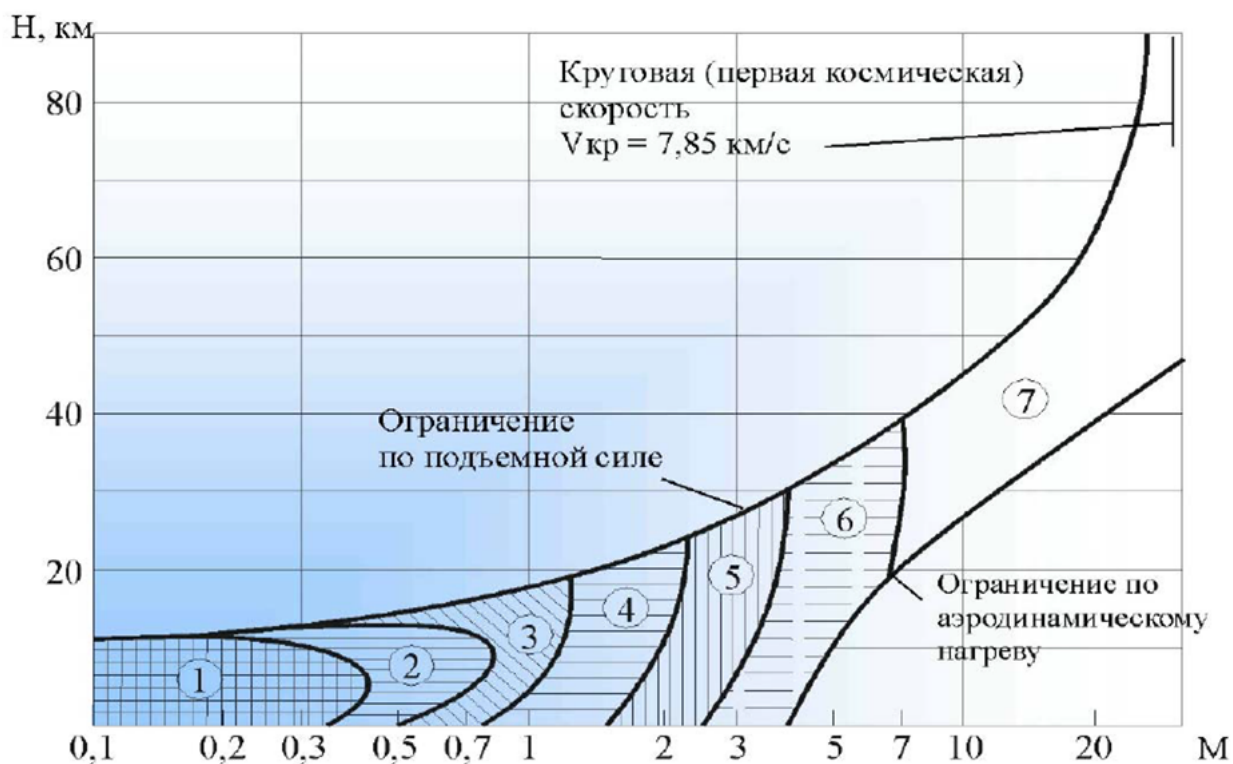
Выберите топливо, которое используется в серийных авиационных двигателях и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

1. Т-1
2. РТ

3. TC-1
4. RP-1

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

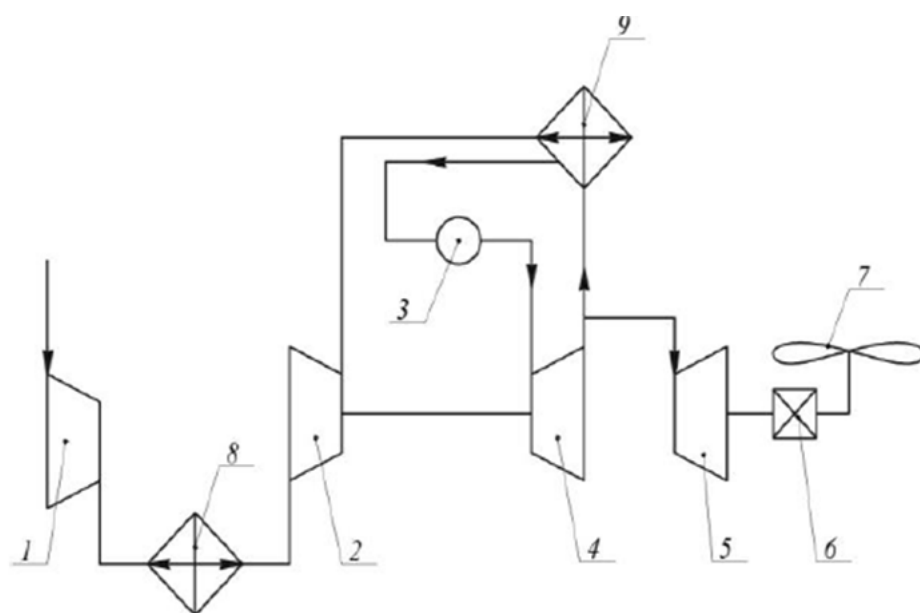
На рисунке приводится области применения различных ВРД в зависимости от скорости полета и высоты, необходимо соотнести номер (от 1 до 7) двигателей, указанных на данном рисунке.



А – Турбо винтовой двигатель (ТВД) и турбовентиляторный двигатель (ТВВД); Б – вертолетный газотурбинный двигатель (ГТД); В – турбореактивный двигатель (ТРД); Г – турбореактивный двухконтурный двигатель (ТРДД); Д – турбореактивный двигатель с форсажной камерой (ТРДФ) и турбореактивный двухконтурный двигатель с форсажной камерой (ТРДДФ); Е – жидкостный ракетный двигатель (ЖРД);

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

На рисунке представлена упрощённая схема газотурбинного двигателя с регенерацией и охлаждением, необходимо соотнести номер элемента (до 9) и название, указанных на схеме.



- А – компрессор высокого давления;
- Б – компрессор низкого давления;
- В – камера сгорания;
- Г – турбина компрессора;
- Д – свободная турбина;
- Е – маслоохладитель;

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Какие основные требования к соплам?