

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД

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	10	4	144	102	68	0	34	42	0	0	42	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 _____

Юнаков Леонид Павлович, к.т.н., доцент, 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 РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД

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-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-3

знания:

нормативно-конструкторской документации, связанной с разработкой двигателей летательных аппаратов;

умения:

использовать нормативно-конструкторскую документацию, связанную с разработкой двигателей летательных аппаратов;

навыки:

использования нормативно-конструкторской документации, связанной с разработкой двигателей летательных аппаратов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕРМОДИНАМИКА, ТЕОРИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ВРД, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общинженерные и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- 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 4 з.е., 144 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-3
5	10	Раздел 1. Компрессоры ГТД. Компрессоры. Типы и конструктивные схемы компрессоров. Расчет ступени осевого компрессора Расчет и формирование проточной части осевого многоступенчатого компрессора Характеристики осевого компрессора. Неустойчивые режимы работы осевого компрессора Центробежные компрессоры. Основы расчета, проектирования центробежного компрессора. Характеристики центробежного компрессора.	32	26	14	12	6	20
5	10	Раздел 2. Камеры сгорания газотурбинных двигателей. Классификация и типы камер сгорания. Конструкция камер сгорания Организация рабочего процесса в камере сгорания Основы расчета характеристик камер сгорания Форсажные камеры сгорания.	26	20	10	10	6	15
5	10	Раздел 3. Турбины газотурбинных двигателей. Турбины. Типы и конструктивные схемы турбин Расчет ступени осевой турбины Расчет и формирование проточной части осевой многоступенчатой турбины Характеристики осевого турбины. Охлаждение турбин Радиальные турбины. Основы расчета, проектирования радиальных турбин.	30	24	12	12	6	20
5	10	Раздел 4. Входные устройства. Конструкция и расчет входных устройств для дозвуковых скоростей полета Конструкция и расчет входных устройств для сверхзвуковых скоростей полета.	14	8	8	0	6	15
5	10	Раздел 5. Выходные устройства. Конструкция и расчет дозвуковых выходных устройств Конструкция и расчет сверхзвуковых выходных устройств.	14	8	8	0	6	10
5	10	Раздел 6. Топливная система ГТД. Система смазки и суфлирования. Топливные насосы Трубопроводы Топливные регуляторы Форсунки. Агрегаты маслосистемы Система суфлирования.	28	16	16	0	12	20
Всего за 10 семестр			144	102	68	34	42	100
Всего по дисциплине			144	102	68	34	42	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Компрессоры ГТД.	Расчет и формирование проточной части осевого многоступенчатого компрессора	12
2	Раздел 2. Камеры сгорания газотурбинных двигателей.	Расчет геометрических характеристик камер сгорания	10
3	Раздел 3. Турбины газотурбинных двигателей.	Расчет ступени осевой турбины	12
Всего за 10 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Компрессоры ГТД.	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе. Подготовка отчета по ПЗ	6
2	Раздел 2. Камеры сгорания газотурбинных двигателей.	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе. Подготовка отчета по ПЗ	6
3	Раздел 3. Турбины газотурбинных двигателей.	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе. Подготовка отчета по ПЗ	6
4	Раздел 4. Входные устройства.	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе.	6
5	Раздел 5. Выходные устройства.	Изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе. Подготовка к практическому занятию	6
6	Раздел 6. Топливная система	Изучение теоретического материала по конспектам	12

ГТД. Система смазки и суфлирования.	лекций и рекомендованной литературе.	
Всего за 10 семестр		42

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
10					Отч. по ПЗ	ДР			Отч. по ПЗ	ДР					Отч. по ПЗ	ДР	Отч. по ПЗ, Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

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. 2 Компрессоры. Камеры сгорания. Форсажные камеры. Турбины. Выходные устройства. 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. 3 Зубчатые передачи и муфты. Пусковые устройства. Трубопроводные и электрические коммуникации. Уплотнения. Силовой привод. Шум. Автоматизация проектирования и поддержки жизненного цикла. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
3. 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:

не требуются.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

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. Плакаты принципиальных схем различных РД;
3. Плакаты с изображением конструктивных схем элементов РД общего и специального назначения.

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 **РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ВРД** 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-3 Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением базовых теорем теории турбомашин, общих характеристик и типов лопаточных машин, применяемых в компрессорных ВРД с последующим расчетом многоступенчатой осевой турбины и многоступенчатого осевого компрессора.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**42 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 42 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. Компрессоры ГТД.		
Изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе. Подготовка отчета по ПЗ	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 (1-5)	6
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Камеры сгорания газотурбинных двигателей.		
Изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе. Подготовка отчета по ПЗ	В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (4) 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 (1-5)	6
Итого по разделу 2		6
Раздел 3. Турбины газотурбинных двигателей.		
Изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе. Подготовка отчета по ПЗ	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 (глава 3)	6
Итого по разделу 3		6
Раздел 4. Входные устройства.		
Изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе.	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 (глава 3,4) В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (2)	6
Итого по разделу 4		6

Раздел 5. Выходные устройства.		
Изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе. Подготовка к практическому занятию	В. В. Кулагин, В. С. Кузьмичев. . Теория, расчёт и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: Москва: Машиностроение, 2020 (3) 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 (глава 5)	6
Итого по разделу 5		6
Раздел 6. Топливная система ГТД. Система смазки и суфлирования.		
Изучение теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе.	А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 3 Зубчатые передачи и муфты. Пусковые устройства. Трубопроводные и электрические коммуникации. Уплотнения. Силовой привод. Шум. Автоматизация проектирования и поддержки жизненного цикла: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (глава 3,4)	12
Итого по разделу 6		12

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- 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.

Отчет по практическому заданию

Оценивается полнота и качество оформления отчета по практической работе, способность найти и показать основные элементы двигательной установки на ПГС и на натурном образце, а также умение объяснить их принцип действия.

Зачет по практической работе проходит в форме доклада студента и ответов на вопросы преподавателя. Практическое задание считается выполненным при получении не менее 60% правильных ответов на вопросы преподавателя.

Варианты практических заданий входят в состав УМК дисциплины.

Вопросы к экзамену

Перечень вопросов к экзамену входит в состав УМК дисциплины.

Экзамен

К сдаче экзамена допускаются обучающиеся при условии выполнения и защиты всех практических заданий, предусмотренных программой дисциплины.

Экзамен проводится в форме ответов обучающего на вопросы экзаменационного билета. В экзаменационном билете два теоретических вопроса. Оценивается полнота и правильность ответа по билету.

Оценка «удовлетворительно»: дан правильный ответ на вопросы билета, полнота ответа от 60% до 80% по каждому вопросу билета.

Оценка «хорошо»: дан правильный ответ на вопросы билета, полнота ответа не менее 80% по каждому вопросу билета.

Оценка «отлично»: дан правильный ответ на вопросы билета, полнота ответа не менее 80% по каждому вопросу билета, правильные 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		ОПК-3		
5	10	Раздел 1. Компрессоры ГТД.	32	26	14	12	6	20	Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию	
5	10	Раздел 2. Камеры сгорания газотурбинных двигателей.	26	20	10	10	6	15	Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию	
5	10	Раздел 3. Турбины газотурбинных двигателей.	30	24	12	12	6	20	Вопросы к экзамену, Отчет по практическому заданию	
5	10	Раздел 4. Входные устройства.	14	8	8	0	6	15	Вопросы к экзамену	
5	10	Раздел 5. Выходные устройства.	14	8	8	0	6	10	Вопросы к экзамену	
5	10	Раздел 6. Топливная система ГТД. Система смазки и суфлирования.	28	16	16	0	12	20	Вопросы к экзамену	
Всего за 10 семестр			144	102	68	34	42	100		
Всего по дисциплине			144	102	68	34	42	100		

ОПК-3 - Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью

- № 1 Прочитайте текст и установите соответствие
Найдите соответствие между характеристиками основных типов компрессоров и их значениями
1. КПД осевого компрессора
 2. КПД центробежного компрессора
 3. степень сжатия дозвуковой ступени осевого компрессора
 4. степень сжатия ступени центробежного компрессора
- А. 0,7-0,8
Б. 2,5-4
В. 1,15-1,35
Г. 0,88-0,92
Д. 0,93-0,99
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Как зависят характеристики ВУ от скорости полета
- № 3 Прочитайте текст и установите последовательность
Установите в каком порядке улучшаются экономические показатели ВРД
1. одноконтурные ТРД
 2. ТРДД с малой степенью двухконтурности
 3. ТРДД с высокой степенью двухконтурности
- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность
Установите последовательность расположения основных элементов силовой установки ТРД по ходу газа
1. компрессор
 2. турбина
 3. камера сгорания
 4. сопло
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Составными частями основной КС являются:
- 1) диффузор, фронтное устройство, наружный и внутренний корпус, жаровая труба;
 - 2) диффузор, смеситель, топливные коллекторы с форсунками, стабилизаторы пламени, корпус;
 - 3) диффузор, направляющий аппарат, наружный и внутренний корпус, жаровая труба;
 - 4) диффузор, смеситель, сопловой аппарат, стабилизаторы пламени, корпус.
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Увеличение окружной скорости, например путем смещения проточной части на больший

диаметр при постоянной частоте вращения ротора, позволяет:

- 1) снизить число ступеней турбины
- 2) увеличить число ступеней турбины
- 3) число ступеней не изменится

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

В пределах каких значений меняется коэффициент избытка окислителя α в первичной зоне жаровой трубы КС:

1. $\alpha=0,4...0,7$
2. $\alpha=1,2...1,8$
3. $\alpha=1,9...2,5$
4. $\alpha=2,5...5$

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

В каких агрегатах применяются лопаточные машины

1. камеры сгорания
2. компрессоры
3. турбины
4. сопла

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Найдите соответствие между способами профилирования и характеристиками лопаток осевых компрессоров:

1. Длинные лопатки вентиляторов и первых ступеней компрессоров
 2. Лопатки средних ступеней
 3. Короткие лопатки последних ступеней ступеней
- А. С постоянной циркуляцией: $g_{cu} = \text{const}$
- Б. с постоянной степенью реактивности $\rho = \text{const}$
- В. с постоянной степенью реактивности $\rho = \text{const}$ и с постоянной циркуляцией: $g_{cu} = \text{const}$
- Г. С постоянным углом установки профиля лопатки на выходе

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

Входные устройства для ВРД сверхзвуковых ЛА бывают следующих типов:

1. внешнего сжатия
2. внутреннего сжатия
3. смешанного сжатия
4. дозвуковые диффузоры

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

Перечислите способы охлаждения лопаток турбин:

1. конвективное охлаждение

2. пленочно-конвективное

3. транспирационное

4. испарительное

№ 12 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Объяснить причины регулирования современных выходных устройств силовых установок сверхзвуковых самолетов