Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____Козорез Д.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000205627)

Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок 2

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки Двигатели летательных аппаратов

Квалификация выпускника Бакалавр

Профиль подготовки Технология производства авиационных ГТД

Форма обучения очная

(очно, очно-заочное, заочное)

Выпускающая кафедра ТПАД

Обеспечивающая кафедра ТПАД

Кафедра-разработчик рабочей программы ТПАД

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час	Экзаме-нов, час.	Форма промежуточного контроля
6	3	108	16	2	12	42	36	Э
Итого	**3**	**108**	**16**	**2**	**12**	**42**	**36**	

Москва

2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы
Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО (3++) по направлению 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

Авторы программы:

Бабин С.В. _____

Заведующий обеспечивающей кафедрой ТПАД _____

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой ТПАД

Директор выпускающего филиала СТ

_____ _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок 2 является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	В-1(ПКР-12.1)	Владеть навыками расчетов и составления технической документации по согласованию характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД
2	В-1(ПКР-13.1)	Владеть методами и способами проектирования и конструирования деталей, узлов ВРД
3	В-1(ПКР-17.1)	Владеть навыками составления нормативной документации, описаний и руководств в области функционирования изделий и объектов аэрокосмического производства
4	В-1(ПКР-17.2)	Владеть навыками составления нормативной документации, описаний и руководств в области функционирования изделий и объектов аэрокосмического производства
5	В-1(ПКР-18.1)	Владеть навыками согласования процесса передачи данных между рабочими группами при выполнении проекта
6	В-1(ПКР-5.1)	Владеет навыками констрирования деталей, узлов и элементов силовой установки ЛА
7	В-1(ПКР-7.1)	Владеть необходимым объемом информации, относящейся к принципам действия и устройству проектируемых изделий с возможностью сравнения с различными техническими решениями
8	В-1(ПКР-8.1)	Владеть навыками проектирования при решении проектных задач
9	В-2(ПКР-13.2)	Владеть методами и способами проектирования и конструирования деталей, узлов ГТД
10	В-2(ПКР-15.2)	Владеть навыками применения основных моделей аэро-гидрогазодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА
11	В-2(ПКР-18.2)	Владеть навыками организации технической поддержки расчетных и экспериментальных исследований, проектных разработок элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА
12	В-2(ПКР-5.2)	Владеть навыками нахождения компромиссных решений при проектировании силовых установок ЛА
13	В-2(ПКР-7.2)	Владеть методами расчетов и конструирования отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями
14	В-2(ПКР-8.2)	Владеть принципами действия и устройства проектируемых изделий

15	В-3(ПКР-15.3)	Владеть навыками выполения расчетов по аэрогазодинамике и процессам теплообмена в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА с использованием выбранного коммерческого программного обеспечения
16	З-1(ПКР-12.1)	Знать методики расчета характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД
17	З-1(ПКР-13.1)	Знать алгоритм разработки рабочей проектной и технической документации ВРД
18	З-1(ПКР-17.1)	Знать нормативные документы по составлению описаний, принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов
19	З-1(ПКР-17.2)	Знать нормативные документы электронного определения состава изделий авиационной техники
20	З-1(ПКР-18.1)	Знать принципы формирования информационных цепей между рабочими группами при выполнении проекта
21	З-1(ПКР-5.1)	Знать конструкцию основных деталей, узлов и всего двигателя/энерго установки ЛА
22	З-1(ПКР-7.1)	Знать основные принципы действия и устройства проектируемых изделий с техническим обоснованием
23	З-1(ПКР-8.1)	Знать основы подготовки конструкторской документации в процессе проектирования жидкостных ракетных двигателей
24	З-2(ПКР-12.2)	Знать основные показатели и требования по ресурсу, ремонтопригодности и эксплуатационной технологичности ДЛА
25	З-2(ПКР-13.2)	Знать алгоритм разработки рабочей проектной и технической документации ГТД
26	З-2(ПКР-18.2)	Знать общие вопросы теории проведения исследований и проектных разработок
27	З-2(ПКР-7.2)	Знать основные принципы конструирования отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями
28	З-2(ПКР-8.2)	Знать основные методы подготовки конструкторской документации в процессе проектирования жидкостных ракетных двигателей
29	З-3(ПКР-15.3)	Знать основы теории теплопередачи, радиационного теплообмена, математического, программно-алгоритмического обеспечения для проведения типовых тепловых расчетов элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
30	У-1(ПКР-12.1)	Уметь производить расчет характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД
31	У-1(ПКР-13.1)	Уметь разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию ВРД, оформлять законченные проектно-конструкторские работы
32	У-1(ПКР-17.1)	Уметь составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов
33	У-1(ПКР-17.2)	Уметь составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов

34	У-1(ПКР-18.1)	Уметь выстроить информационную цепочку огласования данных между рабочими группами при выполнении проекта
35	У-1(ПКР-5.1)	Умеет разрабатывать конструкцию деталей, узлов и элементов силовой установки ЛА
36	У-1(ПКР-7.1)	Уметь разрабатывать конструктивные и компоновочные схемы в процессе проектирования
37	У-1(ПКР-8.1)	Уметь применять правила формирования проектных схем основных агрегатов ЖРД
38	У-2(ПКР-12.2)	Уметь формулировать основные показатели и требования по ресурсу, ремонтопригодности и эксплуатационной технологичности ДЛА
39	У-2(ПКР-13.2)	Уметь разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию ГТД, оформлять законченные проектно-конструкторские работы
40	У-2(ПКР-15.2)	Уметь использовать основные модели аэро-гидрогазодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА
41	У-2(ПКР-18.2)	Уметь организовать своевременную техническую поддержку расчетных и экспериментальных исследований, проектных разработок элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА
42	У-2(ПКР-5.2)	Уметь проектировать детали и узлы авиационных силовых установок
43	У-2(ПКР-7.2)	Уметь производить расчеты отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями
44	У-2(ПКР-8.2)	Уметь формировать расчетные схемы и проводить расчеты необходимые для получения оценок работоспособности узлов и деталей двигателя
45	У-3(ПКР-15.3)	Уметь применять стандартные коммерческие программные пакеты для решения задач аэрогазодинамики и процессов теплообмена в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

N	Шифр	Компетенция
1	ПКР-5	Способен участвовать в работах по проектированию и конструированию деталей, узлов и двигателя/энергоустановки ЛА в целом; проводить расчеты и разрабатывать детали, узлы, системы ВРД авиационных силовых установок ЛА в соответствии с техническим заданием
2	ПКР-7	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений

3	ПКР-8	Способен разрабатывать конструкторскую документацию в процессе проектирования авиационных двигателей, силовых и энергетических установок космических ЛА
4	ПКР-12	Способен формулировать основные технические конструктивные и прочностные показатели, требования по ресурсу, уровню надежности, ремонтопригодности и эксплуатационной технологичности
5	ПКР-13	Способен участвовать в работах по проектированию и конструированию деталей, узлов ДЛА, разрабатывать проектную и техническую документацию при выполнении эскизных, проектов при проектировании элементов ДЛА
6	ПКР-15	Способен участвовать в выполнении проектных разработок на основе типовых решений обеспечения теплового режима в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА
7	ПКР-17	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений для аэрокосмического производства
8	ПКР-18	Готов к участию в организации экспериментальных исследований и тепловых испытаний элементов теплонапряженных конструкций силовых установок и агрегатов ЛА

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

N	Шифр	Индикатор компетенций
1	ПКР-12.1	Формулирует основные технические конструктивные и прочностные показатели ДЛА
2	ПКР-12.2	Формулирует основные показатели и требования по ресурсу, ремонтопригодности и эксплуатационной технологичности
3	ПКР-13.1	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей и узлов ВРД
4	ПКР-13.2	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей и узлов ГТД
5	ПКР-15.2	Применяет модели аэро-гидрогазодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА
6	ПКР-15.3	Использует при проведении проектных работ по аэро-гидрогазодинамике и тепло-массообмену в элементах конструкций силовых установок и агрегатов ЛА коммерческих программных пакетов
7	ПКР-17.1	Принимает участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов объектов аэрокосмического производства
8	ПКР-17.2	Принимает участие в работах по подготовке к эксплуатации объектов аэрокосмического производства
9	ПКР-18.1	Принимает участие в процессе согласования данных между рабочими группами при выполнении проекта

10	ПКР-18.2	Оказывает техническую поддержку в расчетных и экспериментальных исследованиях, проектных разработках элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА
11	ПКР-5.1	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей, узлов и всего двигателя/энергоустановки ЛА
12	ПКР-5.2	Обладает навыками работы с основными конструкторскими системами автоматизации проектирования
13	ПКР-7.1	Разрабатывает конструктивные и компоновочные схемы, разрабатываемых в процессе проектирования
14	ПКР-7.2	Принимает участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями
15	ПКР-8.1	Знает структуру процесса проектирования и последовательность решения проектных задач
16	ПКР-8.2	Составляет описание принципов действия и устройства проектируемых изделий
17	ПКР-17.2	Принимает участие в работах по подготовке к эксплуатации объектов аэрокосмического производства
18	ПКР-5.1	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей, узлов и всего двигателя/энергоустановки ЛА
19	ПКР-5.2	Обладает навыками работы с основными конструкторскими системами автоматизации проектирования
20	ПКР-7.1	Разрабатывает конструктивные и компоновочные схемы, разрабатываемых в процессе проектирования
21	ПКР-7.2	Принимает участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями
22	ПКР-8.1	Знает структуру процесса проектирования и последовательность решения проектных задач
23	ПКР-8.2	Составляет описание принципов действия и устройства проектируемых изделий
24	ПКР-12.1	Формулирует основные технические конструктивные и прочностные показатели ДЛА
25	ПКР-12.2	Формулирует основные показатели и требования по ресурсу, ремонтопригодности и эксплуатационной технологичности
26	ПКР-13.1	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей и узлов ВРД
27	ПКР-13.2	Демонстрирует знания методов и способов проектирования и конструирования деталей и узлов ГТД
28	ПКР-15.2	Применяет модели аэро-гидрогазодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА

29	ПКР-15.3	Использует при проведении проектных работ по аэро-гидрогазодинамике и тепло-массообмену в элементах конструкций силовых установок и агрегатов ЛА коммерческих программных пакетов
30	ПКР-17.1	Принимает участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов объектов аэрокосмического производства
31	ПКР-18.1	Принимает участие в процессе согласования данных между рабочими группами при выполнении проекта
32	ПКР-18.2	Оказывает техническую поддержку в расчетных и экспериментальных исследованиях, проектных разработках элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок 2 является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Метрология, стандартизация и сертификация	САПР ДЛА (Применение CAD-систем в проектировании двигателей ЛА)
2	Технологическая практика	Итоговая гос. аттестация
3		Конструкция летательных аппаратов
4		Объекты промышленного производства
5		Методы исследований и испытаний в авиаракетостроении (Технический контроль и измерения)

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Теория расчет и проектирование ДЛА	Камеры сгорания ВРД	2	0	4	6	12	108
	Рабочий процесс ВРД	4	0	0	2	6	
	Основы теории лопаточных машин	4	0	4	6	14	
	Ракетные двигатели	6	2	4	8	20	
Всего		**16**	**2**	**12**	**22**	**52**	**108**

3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Тема лекции
1	1.1.Камеры сгорания ВРД	2	Принцип работы и конструкция камер сгорания ВРД
2	1.2.Рабочий процесс ВРД	2	Термогазодина-мический расчет ВРД
3	1.2.Рабочий процесс ВРД	2	Газодинамиче-ский расчет ВРД
4	1.3.Основы теории лопаточных машин	2	Основы теории лопаточных машин. Ком-прессор ВРД.
5	1.3.Основы теории лопаточных машин	2	Основы теории лопаточных машин. Турбина ВРД
6	1.4.Ракетные двигатели	2	Ракетные двига-тели. ЖРД
7	1.4.Ракетные двигатели	2	Ракетные двига-тели твердого топлива
8	1.4.Ракетные двигатели	2	Электроракетные, ядерные и фотонные ракетные двигатели
Итого:		**16**	

3.2. Содержание лекций

1.1.1. Принцип работы и конструкция камер сгорания ВРД (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Понятие о силовых установках(с.у.) летатель-ных аппаратов, их назначении и использовании. Основные требования к силовым уста-новкам л.а. и двигателям. Сведения о появле-нии и развитии двигателей л.а.

1.2.3. Термогазодина-мический расчет ВРД (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Выбор исходящих данных для расчета: тяги, удельного расхода топлива, температуры газа на входе в турбину, степени повышения дав-ления воздуха в компрессоре и условий в окружающей среде. Выбор коэффициентов потерь во входном устройстве компрессора, камере сгорания, турбине и сопле. Расчет тер-модинамических параметров на входе во входное устройство, компрессор, камеру сго-рания, турбину, сопло и на срезе сопла. Опре-деление удельной тяги, расхода воздуха.

1.2.4. Газодинамиче-ский расчет ВРД (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Газодинамический расчет ГТД осуществляет-ся на основе результатов термогазодинамиче-ского расчета. Определение формы и основ-ных размеров проточной части входного устройства проточной части компрессора, ка-меры сгорания, турбины, выходного устрой-ства проточной части компрессора, камеры сгорания, выходного устройства и сопла. Чис-ло ступеней компрессора и турбины, число лопаток колеса компрессора и спрямляющего аппарата, колеса турбины и соплового аппарата.

1.3.1. Основы теории лопаточных машин. Ком-прессор ВРД. (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Типы компрессоров ВРД и требования к ним. Ступень осевого компрессора, план скоростей и удельной работы ступени, анализ ее кинема-тических параметров,. степень реактивности. Анализ изменения плана скоростей по высоте лопатки и влияние этого фактора на ее кон-струкцию. Расчет повышения давления в сту-пени. Понятие о помпаже компрессора и спо-собы его устранения. Определение частоты вращения ротора

1.3.2. Основы теории лопаточных машин. Турбина ВРД (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Основные требования к турбинам, их назна-чение ,типы, устройство и принцип действия. Ступень осевой турбины, располагаемая работа и ее адиабатный к.п.д. План скоростей турбины, его построение, расчет и анализ. Работа и к.п.д. на окружности колеса. Степень реактивности колеса

1.4.1. Ракетные двига-тели. ЖРД (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Принципиальная схема ЖРД, его назначение и идеальный цикл. Топлива ЖРД: горючие и окислители, требования к ним, системы пода-чи топлива к камеру сгорания. Типы камер, рабочий процесс в камере: сжимание компо-нентов топлива и его горение, смесительные головки, форсунки подача топлива и принцип их действия.

1.4.2. Ракетные двига-тели твердого топлива (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Принципиальная схема РДТТ, его рабочий процесс и назначение. Топлива РДТТ, требо-вания к ним, виды, состав и свойства. Понятие и горении твердого топлива. Формы зарядов твердого топлива и организация из горения. Уравнение баланса масс и его использование при расчете РДТТ.

1.4.3. Электроракетные, ядерные и фотонные ракетные двигатели (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

3.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование практического занятия
1	1.4.Ракетные двигатели	2	Изучение конструкции ионного двигателя
Итого:		**2**	

3.4. Содержание практических занятий

1.4.1. Изучение конструкции ионного двигателя (АЗ: 2, СРС: 1)
Форма организации: Практическое занятие

3.5. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории
1	1.1.Камеры сгорания ВРД	4	Конструктивная схема и параметры камеры сгорания ВРД	Лаборатория конструкции ДЛА
2	1.3.Основы теории лопаточных машин	4	Конструкция и параметры турбины ТРД	Лаборатория конструкции авиационных двигателей
3	1.4.Ракетные двигатели	4	Конструкция и параметры ЖРД	Лаборатория конструкции авиационных двигателей
Итого:		**12**		

3.6.Содержание лабораторных работ

1.1.1. Конструктивная схема и параметры камеры сгорания ВРД (АЗ: 4, СРС: 4)
Форма организации: Лабораторная работа

1.3.2. Конструкция и параметры турбины ТРД (АЗ: 4, СРС: 4)
Форма организации: Лабораторная работа

1.4.1. Конструкция и параметры ЖРД (АЗ: 4, СРС: 4)
Форма организации: Лабораторная работа

3.7. Курсовые работы и проекты по дисциплине

1.1. Термогазодинамический расчет двигателя с проектированием турбины
Тематика: Термогазодинамический расчет двигателя с проектированием турбины по прототипам предложенным преподавателем
Трудоемкость(СРС): 20
Прикрепленные файлы: Примерный перечень заданий для курсового проектирования.pdf

3.8. Промежуточная аттестация

1. Экзамен (6 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (6 семестр).pdf, КАмера сгорания.pdf, Турбина.pdf, Ракетные двигатели.pdf

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

Вопросы для самостоятельной работы по темам:

№	Раздел дисциплины	Вопросы для самостоятельной работы
1	Рабочий процесс ВРД	Компрессоры ВРД, их назна-чение, расчет и анализ
2	Рабочий процесс ВРД	Турбина ВРД, ее назначение и основные параметры
3	Рабочий процесс ВРД	Рабочий процесс и характери-стики ТРД. Газодинамический расчет.
4	Рабочий процесс ВРД	Электроракетные жвигаптели их назначение, принцип действия,

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

• вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
1	ПКР-5	Способен участвовать в работах по проектированию и конструированию деталей, узлов и двигателя/энергоустановки ЛА в целом; проводить расчеты и разрабатывать детали, узлы, системы ВРД авиационных силовых установок ЛА в соответствии с техническим заданием	Владеет навыками констрирования деталей, узлов и элементов силовой установки ЛА Владеть навыками нахождения компромиссных решений при проектировании силовых установок ЛА Знать конструкцию основных деталей, узлов и всего двигателя/энерго установки ЛА Умеет разрабатывать конструкцию деталей, узлов и элементов силовой установки ЛА Уметь проектировать детали и узлы авиационных силовых установок Семестр - 6

2	ПКР-7	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	Владеть необходимым объемом информации, относящейся к принципам действия и устройству проектируемых изделий с возможностью сравнения с различными техническими решениями Владеть методами расчетов и конструирования отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями Знать основные принципы действия и устройства проектируемых изделий с техническим обоснованием Знать основные принципы конструирования отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями Уметь разрабатывать конструктивные и компоновочные схемы в процессе проектирования Уметь производить расчеты отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями Семестр - 6
3	ПКР-8	Способен разрабатывать конструкторскую документацию в процессе проектирования авиационных двигателей, силовых и энергетических установок космических ЛА	Владеть навыками проектирования при решении проектных задач Владеть принципами действия и устройства проектируемых изделий Знать основы подготовки конструкторской документации в процессе проектирования жидкостных ракетных двигателей Знать основные методы подготовки конструкторской документации в процессе проектирования жидкостных ракетных двигателей Уметь применять правила формирования проектных схем основных агрегатов ЖРД Уметь формировать расчетные схемы и проводить расчеты необходимые для получения оценок работоспособности узлов и деталей двигателя Семестр - 6

4	ПКР-12	Способен формулировать основные технические конструктивные и прочностные показатели, требования по ресурсу, уровню надежности, ремонтопригодности и эксплуатационной технологичности	Владеть навыками расчетов и составления технической документации по согласованию характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД Знать методики расчета характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД Знать основные показатели и требования по ресурсу, ремонтопригодности и эксплуатационной технологичности ДЛА Уметь производить расчет характеристик силовых установок летательных аппаратов и ВРД Уметь формулировать основные показатели и требования по ресурсу, ремонтопригодности и эксплуатационной технологичности ДЛА Семестр - 6
5	ПКР-13	Способен участвовать в работах по проектированию и конструированию деталей, узлов ДЛА, разрабатывать проектную и техническую документацию при выполнении эскизных, проектов при проектировании элементов ДЛА	Владеть методами и способами проектирования и конструирования деталей, узлов ВРД Владеть методами и способами проектирования и конструирования деталей, узлов ГТД Знать алгоритм разработки рабочей проектной и технической документации ВРД Знать алгоритм разработки рабочей проектной и технической документации ГТД Уметь разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию ВРД, оформлять законченные проектно-конструкторские работы Уметь разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию ГТД, оформлять законченные проектно-конструкторские работы Семестр - 6

6	ПКР-15	Способен участвовать в выполнении проектных разработок на основе типовых решений обеспечения теплового режима в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА	Владеть навыками применения основных моделей аэро-гидрогазодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА Владеть навыками выполения расчетов по аэрогазодинамике и процессам теплообмена в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА с использованием выбранного коммерческого программного обеспечения Знать основы теории теплопередачи, радиационного теплообмена, математического, программно-алгоритмического обеспечения для проведения типовых тепловых расчетов элементов конструкции силовых установок и агрегатов ЛА Уметь использовать основные модели аэро-гидрогазодинамики и процессов тепло-массообмена при проектировании средств и систем обеспечения тепловых режимов в элементах конструкции силовых установок и агрегатах ЛА Уметь применять стандартные коммерческие программные пакеты для решения задач аэрогазодинамики и процессов теплообмена в элементах конструкции силовых установок и агрегатов ЛА Семестр - 6

7	ПКР-17	Способен составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений для аэрокосмического производства	Владеть навыками составления нормативной документации, описаний и руководств в области функционирования изделий и объектов аэрокосмического производства Владеть навыками составления нормативной документации, описаний и руководств в области функционирования изделий и объектов аэрокосмического производства Знать нормативные документы по составлению описаний, принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов Знать нормативные документы электронного определения состава изделий авиационной техники Уметь составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов Уметь составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов Семестр - 6
8	ПКР-18	Готов к участию в организации экспериментальных исследований и тепловых испытаний элементов теплонапряженных конструкций силовых установок и агрегатов ЛА	Владеть навыками согласования процесса передачи данных между рабочими группами при выполнении проекта Владеть навыками организации технической поддержки расчетных и экспериментальных исследований, проектных разработок элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА Знать принципы формирования информационных цепей между рабочими группами при выполнении проекта Знать общие вопросы теории проведения исследований и проектных разработок Уметь выстроить информационную цепочку огласования данных между рабочими группами при выполнении проекта Уметь организовать своевременную техническую поддержку расчетных и экспериментальных исследований, проектных разработок элементов конструкции, силовых установок и агрегатов ЛА Семестр - 6

Темы письменных опросов

1.1. Камера сгорания

Тип: Тестирование

Тематика: Основные процессы и конструктиыне особенности в камерах сгорания ТРД

Прикрепленные файлы: Камера сгорания ВРД.html

1.2. Турбина ГТД

Тип: Тестирование

Тематика: Основыные параметры и принцип работы турбины ГТД

Прикрепленные файлы: Турбина ГТД.html

Вопросы к промежуточной аттестации

"Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок 2"

1. Экзамен (6 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (6 семестр).pdf, КАмера сгорания.pdf, Турбина.pdf, Ракетные двигатели.pdf

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

• 8.1.1 Иноземцев А.А., Нихамкин М.А. Основы конструирования авиационных двгателей и энергетических установок Том1 Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы М: «Машиностроение 2008 г. – 208 с. (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)

8.1.2. Иноземцев А.А., Нихамкин М.А. Основы конструирования авиационных двгателей и энергетических установок Том2 Компрессоры, камеры сгорания, Форсажные камеры. Турбины . Выходные устройства. М: «Машиностроение 2008 г. – 363 с. (Электронный ва-риант – доступ сервер кафедры ТПАД)

8.1.3. Иноземцев А.А, Сандарский В.Л. Газотурбинные двигатели ОАО Аиадвигатель г. Пермь 2006 г. - 1204 с (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)

8.1.4. Бабин С.В. Конструкция и параметры осевого компрессора ВРД Методические ука-зания к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 26 с.

8.1.5. Бабин С.В. Конструкция и параметры турбины ГТД Методические указания к лабо-раторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 23 с.

8.1.6. Бабин С.В. Конструкция и параметры камеры сгорания ВРД Методические указа-ния к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 33 с.

8.1.7. Бабин С.В. Изучение схемы, рабочего процесса и конструкции ТРДД Методические указания к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 18 с.

8.1.8. Бабин С.В. Фурсов А.А. Конструкция , принцип работы и особенности производ-ства ТВД. Методические указания к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 9 с.

8.1.9. Бабин С.В. Изучение схемы, конструкции и расчет параметров ЖРД. Методические указания к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 17 с.

8.1.10. Бабин С.В. Фурсов А.А. Конструкция и принцип работы РДТТ. Методические указания к лабораторной работе Ступино каф. ТПАД МАТИ 2015 г. – 18 с.

8.1.11. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок : учебник для студентов энергетич. и авиц. вузов: К 150-летию Научно-учебного комплекса "Энергомашиностроение" / А.Н. Арбеков [и др.]; под общ. ред. А.Ю.Вараксина. - 4-е изд.,испр. - М. : МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2017. - 679 с http://elibrary.mai.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=58008&idb=0

б) Дополнительная литература:

- 8.2.1.В.И Бакулев "Теория. расчет и проектирование авиационных двигателей и энергети-ческих установок":Учебник, - М.: Издательство МАИ, 2003 г -688с.

8.2.1. В.В.Кулагин Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей К90 и энергетических установок.: Учебник. Кн 3. - М.: "Машиностроение" 2005 г., 464стр.; ил.

8.2.3. В.В.Кулагин Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Основы теории ГТД: Учебник.В трех книгах.Кн.1 и кн.2. "Машиностроение" 2003 г., 670стр.

8.2.4. Суров Н.С. «Термогазодинамический расчет и характеристики ТРД» Методические указания к выполнению курсового проекта,М., МАТИ-РГТУ, 2009г.

8.2.5. Суров Н.С. «Газодинамический расчет и разработка конструкции турбины ТРД» Методические указания к выполнению курсового проекта, М., МАТИ-РГТУ, 2009г., .

8.2.6. Масленников М.М., Шальман Ю.И. «Авиационные газотурбинные двигатели», Ма-шиностроение, М., 1975г., 676 стр., - 25 экз.

8.2.7. Скубочевский Г.С. «Авиационные двигатели. Конструкция и расчет на прочность», Машиностроение, М., 1998 г. – 25 экз.

8.2.8. Шляхтенко В.С. «Теория и расчет ВРД», Учебник для ВУЗ, Машиностроение, М., 1997 г., 568 стр – 19 экз.

8.2.6. Александров В.Л., «Воздушные винты» Оборонгиз, М., 1951 г. – 2 (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)

8.2.7. Презентация продукции ОАО "Авиадвигатель" (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)

8.2.7. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок : Учеб. для вузов по спец. "Авиац. двигатели и энергет. установки ",направл."Двигатели летат. аппаратов " / В.И. Бакулев [и др.]; Под ред. В.А.Сосунова , В.М.Чепкина. - Изд.3-е, перераб . и доп. - М. : МАИ: НПО"Сатурн", 2003. - 688 с.
http://elibrary.mai.ru/MegaPro/Download/ToView/6890?idb=NewMAI2014

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
"ZNANIUM.COM"	
Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г	http://znanium.com
Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г	https://znanium.com/
Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г	

ООО "Издательство Лань"	
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г	e.lanbook.com
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022	
Договор № СЭБ 027-0-0400-21 от 15.09.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «15 »_09. 2021г. по « 14» 09.2024	
Договор № 027-1-0169-22 от 07.02.2022 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023 г	
Договор № 027-1-0168-22 от 07.02.2022 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023	
ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	http://biblio-online.ru, https://biblio-online.ru/catalog/legendary
Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г	https://urait.ru/
Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	https://urait.ru/
Договор № 027-1-2554-22 от 01.12.2022г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2022 г. по «03»12.2023 г	
Договор № 5537 от 25.11.2022 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	
Электронная библиотека МАИ	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). Лицензионный договор № 0267-НИЧ-13 от 11.12.2013 г. с ООО "Дата Экспресс "на право использования программы для ЭВМ Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро» (для размещения Электронной библиотеки МАИ)	https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. Соглашение о создании Консорциума вузов России "Национальный объединенный аэрокосмический университет" от 03.09.2012 г. Договор о сетевом взаимодействии от 15.12.2014 г. Соглашение от «03»09.2012 г. бессрочно	

Библиотека РФФИ	
Библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
Polpred.com	
Polpred.com. Обзор СМИ	http://polpred.com
ООО "РУНЭБ"	
Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028	http://elibrary.ru
Договор № 027-1-2895-21 от 03.12.2021 с ООО "РУНЭБ" С «03»12.2021 г. по «02»12.2039	
Договор № 027-133215-22 от 20.12.2022 с ООО "НЭБ" С «20»12.2022 г. по «19»12.2030	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт"	
Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г	http://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г	https://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г	https://text.rucont.ru/
ФГБУ "РГБ"	
Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке (НЭБ) №101/НЭБ/2139 от 13.11.2018г. с ФГБУ" РГБ" С «13»11. 2018 г. по «12» 11. 2023	http://нэб.рф
НП НЭИКОН	
Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением Национальная подписка на-2021 г с РФФИ Государственного задания № 075-00011-20-00 Web Of Science- https://apps.webofknowledge.com Scopus- http://scopus.com Elsevier-http://www.sciencedirect.com, http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections	http://archive.neicon.ru https://apps.webofknowledge.com http://scopus.com http://www.sciencedirect.com, http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections
	http://rd.springer.com, http://www.springerprotocols.com

Математическая база данных zbMATH: http://zbMATH.org	http://zbMATH.org
American Chemical Society (ACS)- https://www.acs.org/content/acs/en.html	https://www.acs.org/content/acs/en.html
American Institute of Physics (AIP)- https://www.scitation.org/	https://www.scitation.org/
American Physical Society- https://journals.aps.org/about	https://journals.aps.org/about
EBSCO Publishing (База CASC)- http://search.ebscohost.com	http://search.ebscohost.com
Cambridge University Press (CUP)- https://www.cambridge.org/core	https://www.cambridge.org/core
IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- https://ieeexplore.ieee.org	https://ieeexplore.ieee.org
INSPEC компании EBSCO- INSPEC	
Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing- https://iopscience.iop.org/	https://iopscience.iop.org/
MathSciNet American Mathematical Society- https://www.ams.org/home/page	https://www.ams.org/home/page
Optical Society of America (OSA)- https://www.osapublishing.org/about.cfm	https://www.osapublishing.org/about.cfm
Oxford University Press- https://academic.oup.com/journals/	https://academic.oup.com/journals/
ProQuest Dissertations & Theses Global- https://search.proquest.com/index	https://search.proquest.com/index
ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL- https://www.orbit.com/	https://www.orbit.com/
SAGE Publication- https://journals.sagepub.com/	https://journals.sagepub.com/
Annual Reviews Science Collection (AR)- https://www.annualreviews.org	https://www.annualreviews.org
JSTOR- www.jstor.org	www.jstor.org
Wiley. John Wiley & Sons.- https://onlinelibrary.wiley.com/	https://onlinelibrary.wiley.com
Национальная подписка на 2022 г с РФФИ Государственного задания	
Springer Nature:	https://link.springer.com
1. eBoock Collection: журналы, книги - https://link.springer.com	
2. Коллекция журналов и базы данных Springer Nature: https://link.springer.com	
Begell House Inc. https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html	https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html
China Academic Journals (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd: https://ar.cnki.net/ACADREF	https://ar.cnki.net/ACADREF
Institute of Electrical and Electronics Engineers:	https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/
https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp; https://ieeexplore.ieee.org	home.jsp; https://ieeexplore.ieee.org

EBSCO. INSPEC:	https://www.search.ebscohost.com/	https://www.search.ebscohost.com/
1. База данных Academic Search Premier 2. База данных eBook Academic Collection 3. eBook EngineeringCore Collection		
ORBIT Intelligence	- база данных QUESTEL: https://www.orbit.com/	https://www.orbit.com/
SAGE Publication:	https://journals.sagepub.com/	https://journals.sagepub.com/
Wiley:	https://onlinelibrary.wiley.com/	https://onlinelibrary.wiley.com/

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознано работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимание его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ореинтирована на применение компьютерной технки, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

MathCad 14, T-Flex 14 CAD\CAM\CAE\PDM PLM, Microsoft Office 2010

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Плакаты разрезов ВРД и ЖРД и основных данных ВРД
Разрезные макеты двигателей и их отдельные их узлы:
ТРД-РД-9Б, ТРДД-АИ-25, Р31Ф-300, РДТТ, ЖРД(камера сгорания) , ЖРД-Valter(для самолетов) камера, ВГТД-ТА-6, ВГТД-ТА-8, Камера сгорания трубчатая (ВК-1), Разрезной макет воздушного винта АВ-60. Кольцевая камера сгорания (РУ-19).
Разрезной макет втулки несущего винта вертолета МИ-8.
Мультимедийный переносной комплекс:
Экран – 1 шт.
Проектор Acer XXI6I – 1 шт.

Приложение 1

к рабочей программе дисциплины

«Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок 2»

Аннотация рабочей программы

Дисциплина "Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок 2" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 24.03.05 "Двигатели летательных аппаратов". Дисциплина реализуется на "Московского авиационного института (национального исследовательского университета)" кафедрой (кафедрами) .

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ПКР-5, ПКР-7, ПКР-8 , ПКР-12 , ПКР-13, ПКР-15, ПКР-17, ПКР-18.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: изучением студентами назначения и применения на летательных аппаратах основных типов воздушно-реактивных и ракетных двигателей, их рабочего процесса, схем и конструкций;

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: рубежный контроль в форме Тестирование и промежуточная аттестация в форме Экзамен (6 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (16 часов), практические (2 часов), лабораторные (12 часов) занятия и (42 часов) самостоятельной работы студента.

Приложение 2

к рабочей программе дисциплины

«Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок 2»

Прикрепленные файлы

Ракетные двигатели.pdf

Турбина.pdf

КАмера сгорания.pdf

Экзамен (6 семестр).pdf

Тяги ракетных двигателей

Установить соответствие тяги ракетных двигателей (важен порядок величины) их значениям

ЖРД

Ответ 1 10-200 мН

РДТТ

Ответ 2 10-200 мН

плазменный двигатель

Ответ 3 10-200 мН

ионный двигатель

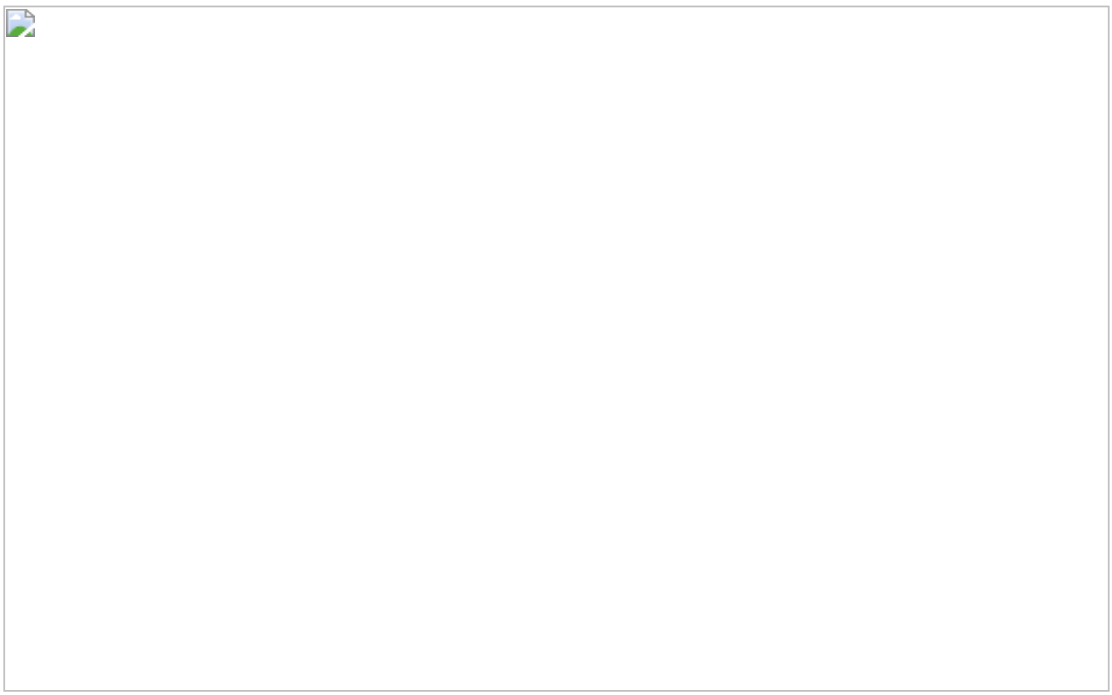
Ответ 4 10-200 мН

ядерный двигатель

Ответ 5 10-200 мН

Бронировка

Элемент конструкции РДТТ поз. 11?



Бронировка заряда

Инициирующее покрытие

Теплозащитное покрытие

Корпус двигателя

○

Герметизирующая капсула заряда

Внешнее охлаждение

Внешнее охлаждение ЖРД организуется с помощью...

○

горючего

○

окислителя

○

топлива

○

воды

○

инертного газа

Из каких материалов выполнены внутренняя стенка камеры

Из каких материалов выполняют внутренние стенки камеры сгорания ЖРД?

☐

Сталь 12Х18Н1ОТ

☐

Медные сплавы

☐

Титановые сплавы

☐

Тантал

☐

Вольфрам

Ионный двигатель

Какой тип электроракетного двигателя представлен на рисунке?

○

ионный

○

плазменный

○

магнито-плазменный

○

фотонный

○

электродуговой

Какие способы охлаждения камеры сгорания ЖРД вы знаете?

Какие способы охлаждения камеры сгорания ЖРД вы знаете?

☐

наружное охлаждение

☐

внутреннее охлаждение

☐

теплоизоляционная защита

☐

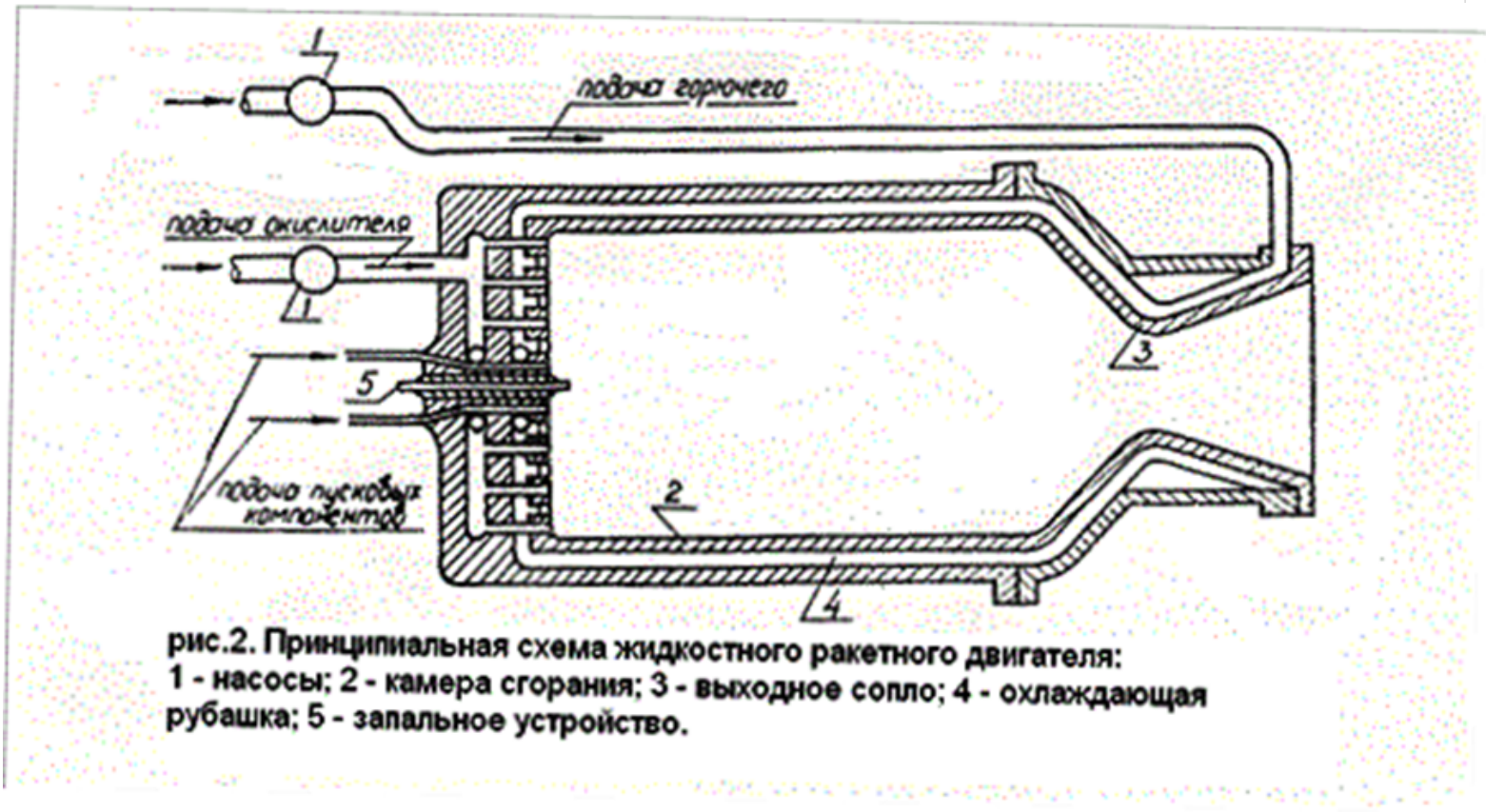
транспирационное охлаждение

☐

Абляционное охлаждение

Какой метод охлаждения

Какой метод охлаждения камеры сгорания ЖРД представлен на данном рисунке?



○

Внешнее

○

Внутреннее

○

Трансипрационное

Какой метод охлаждения ЖРД 2

Какой метод охлаждения ЖРД представлен на данном рисунке?

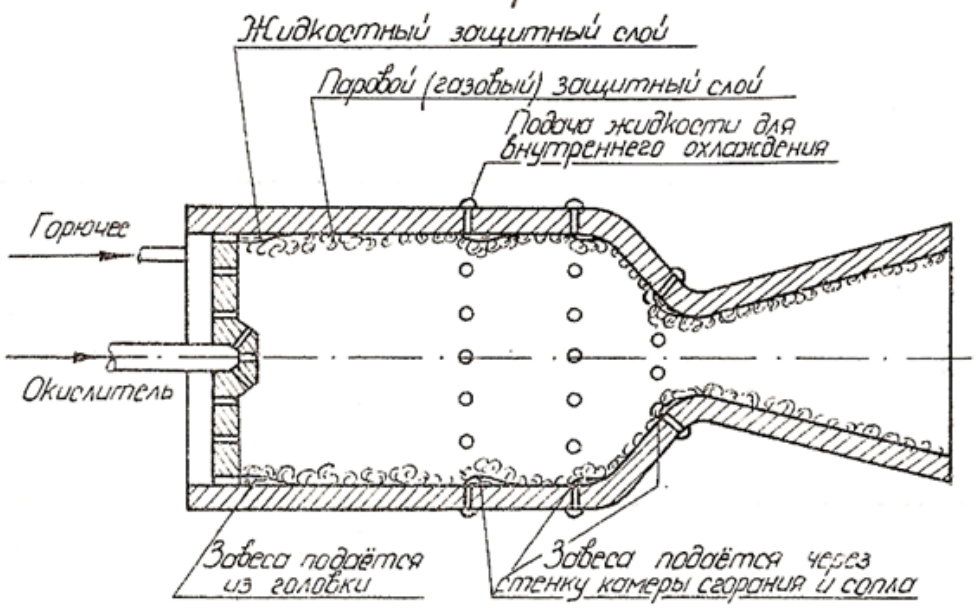


рис.13. Внутреннее охлаждение камеры двигателя.

○

Внутренне завесное

○

Внешнее

○ Внутренне транспирационное

○

Внешнее радиационное

○

Абляционное

Материалы критического сечения РДТТ

Какие материалы применяют для изготовления критического сечения РДТТ?

☐

графит

☐

вольфрамомедные сплавы

☐

карбидные композиционные материалы

☐

медь

☐

Нержавеющие стали

Назначение ТНА в ЖРД

Назначение ТНА в ЖРД?

- подавать топливо по давлением в камеру сгорания ЖРД
- приводить во вращение турбину
- Создавать тягу
- нагнетать топливо в баки ЖРД

Наиболее эффективное по удельному импульсу топливо

Наиболее эффективное по удельному импульсу топливо применяемое в ЖРД?

- Жидкий водород - жидкий фтор
- Жидкий водород - жидкий кислород
- Гидразин - жидкий кислород
- Керосин - жидкий кислород
- Тетраоксиддиазота - несимметричный диметилгидрозин

Недостатки ЖРД по сравнению с РДТТ

Недостатки ЖРД по сравнению с РДТТ?

- [ ] сложность конструкции
- [ ] сложность эксплуатации
- [ ] Невозможность длительно хранить в заправленном виде
- [ ] Токсичность большинства видов топлива
- [ ] малый удельный импульс

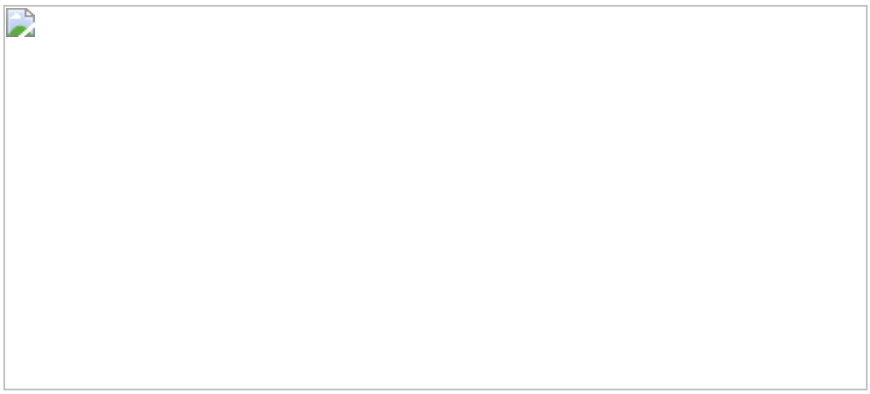
окислители применяемые в РДТТ

Окислители применяемые в РДТТ?

- [ ] Перхлорат калия
- [ ] Перхлорат аммония
- [ ] Нитрат аммония
- [ ] Жидкий кислород
- [ ] Пастообразный фтор

Плазменный двигатель

Какой тип электроракетного двигателя представлен на рисунке?



- ○ электродуговой
- ○ магнитоплазмодинамический
- ○ ядерный
- ○ ионный
- ○ двигатель Холла

Преимущества РДТТ

Преимущества РДТТ?

- [ ] Простота конструкции
- [ ]

Простота эксплуатации

☐

Постоянная готовность к работе. Возможность длительного хранения

☐

Надежность и безотказность

☐

Высокий удельный импуль

С помощью чего подается окислитель и горючее в ЖРД с вытеснительной системой подачи топлива?

С помощью чего подается окислитель и горючее в ЖРД с вытеснительной системой подачи топлива?

☐

Газогенератора

☐

Баллона со сжатым газом

☐

С помощью ТНА

Способы управления тягой в РДТТ

Способы управления тягой в РДТТ

- [ ] формой заряда
- [ ] составом топлива
- [ ] изменением расхода топлива
- [ ] с помощью редуктора

Типы ракетных двигателей

Какие ракетные двигатели вы знаете?

- [ ] ЖРД
- [ ] РДТТ
- [ ] Гибридные ракетные двигатели
- [ ] Электроракетные двигатели
- [ ] Ядерные ракетные двигатели
- [ ] Солнечные ракетные двигатели
- [ ] Магнитные ракетные двигатели
- [ ] Плазмомётные ракетные двигатели

Что такое удельный импульс ракетного двигателя

Что такое удельный импульс ракетного двигателя?

- [ ] это отношение создаваемого двигателем (топливом) импульса к расходу затраченного топлива
- [ ] это отношение тяги двигателя к расходу окислителя (воздуха)
- [ ] это отношение тяги двигателя к мощности турбины
- [ ]

отношение силы тяги к секундно-весовому расходу топлива.

Олнокомпонентное топливо

Возможно ли применение в РДТТ однокомплнентного топлива? (да, нет)

Ответ

Отправить

Выберите из представленых параметров. параметры. характеризующие турбину.

Выберите из представленых параметров. параметры. характеризующие турбину.

- ☐ адиабатная работа расширении газа в турбине
- ☐ степень понижения давления в ступени турбины $п_{ст}$
- ☐ степень понижения давления в турбине $п_{т}$
- ☐ адиабатным КПД ступени
- ☐ Мощностный КПД ступени турбины
- ☐ адиабатная работа сжатия газа в турбине

Выберите материалы применяемые для изготовления лопаток рабочего колеса турбин ГТД

Выберите материалы применяемые для изготовления лопаток рабочего колеса турбин ГТД

- ○ ЖС6-КП, ЭИ617, ХН77ТЮР , ЖС6-К, ЖС3
- ○ Х18Н9Т, Х18Н10Т. 40Х2НМА, ШХ15, 18Х2Н4МА

○

ВТ3-1, ВТ-6, ВТ20. ВТ1-0, ВТ8, ВТ14

Выберите материалы. применяемые для изготовления дисков турбин

Выберите материалы. применяемые для изготовления дисков турбин

○

ЭК79-ИД, ЭК151-ИД, ЭК152-ИД, ЭП975-ИД, П741

○

Х18Н9Т, Х18Н10Т. 40Х2НМА, ШХ15, 18Х2Н4МА

○

ВТ3-1, ВТ-6, ВТ20. ВТ1-0

○

АК-4, АК-6, Д1Ч, АМГ

Для чего необходима перфорация лапаток?

Для чего необходима перфорация лапаток?

○

для создания пленочной защиты

○

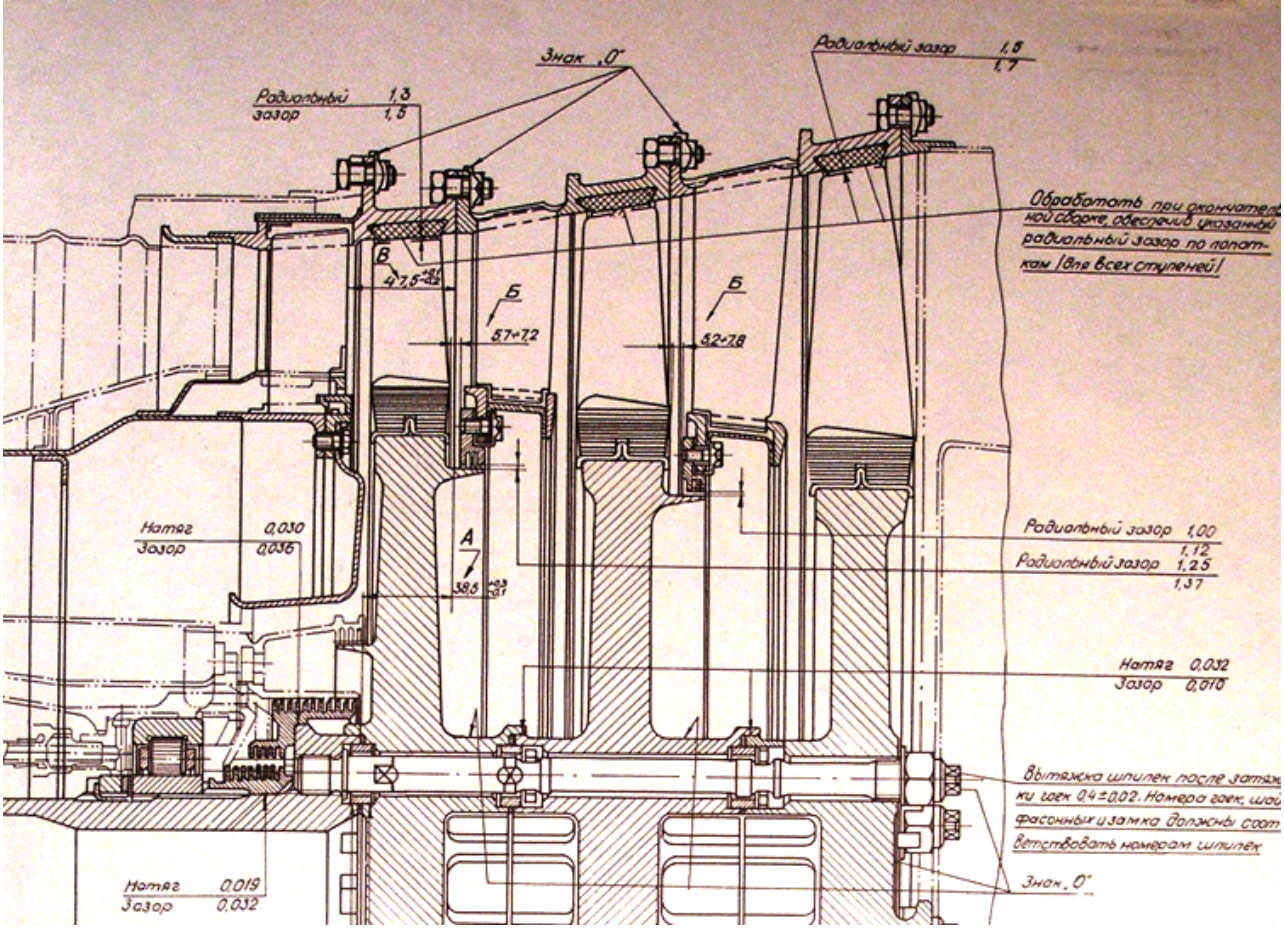
для охлаждения

○

для уменьшения веса

Для чего необхожимы радиальные зазоры между лопатками рабочего колеса и корпусом турбины?

Для чего необходимы радиальные зазоры между лопатками рабочего колеса и корпусом турбины?



- [ ] Технологическая необходимость
- [ ] Для компенсации термического расширений
- [ ] Для обеспечения вращения ротора турбины

За счет чего создается окружная сила, приводящая турбину во вращение?

За счет чего создается окружная сила, приводящая турбину во вращение?

- [ ]

Аэродинамический профиль лопатки турбины

☐

Скругление профиля лопатки и наличие за счет этого центростремительных сил

☐

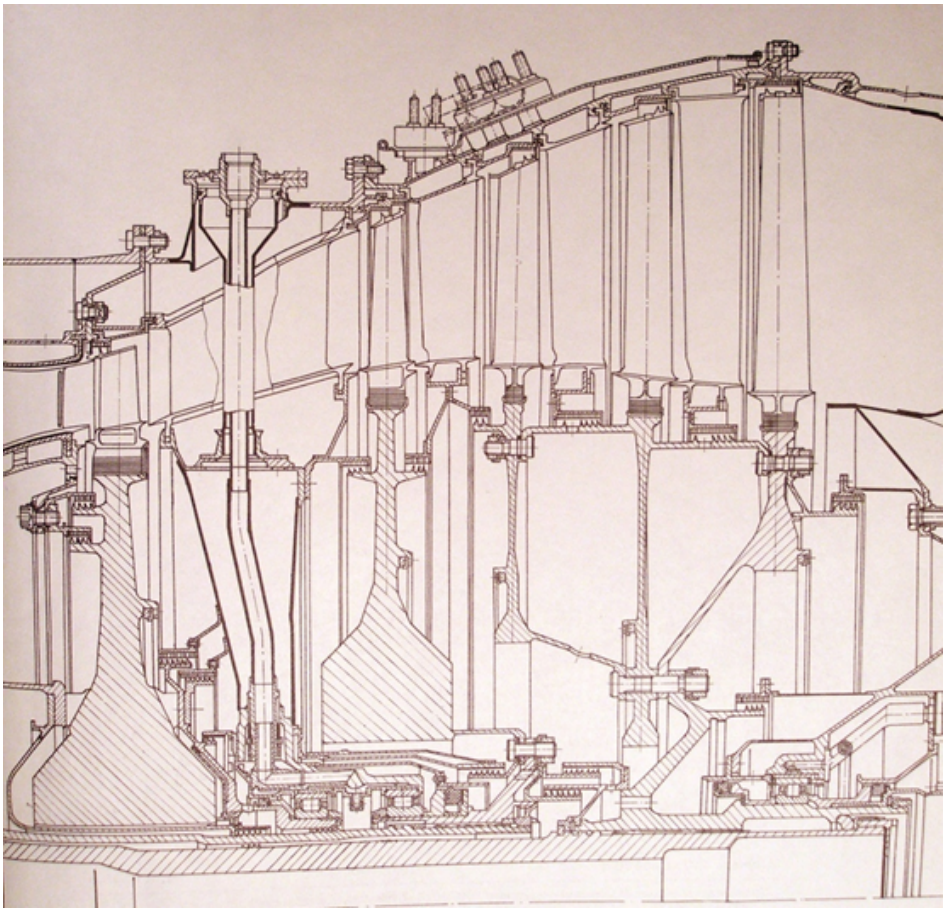
Ускорение газа в сужающихся межлопаточных каналах колеса реактивной турбины

☐

Ускорение газа в расширяющихся межлопаточных каналах колесах реактивной турбин

Как вы думаете, в каком двигателе применяется данная турбина?

Как вы думаете, в каком двигателе применяется данная турбина?



○

ТВД

○

ТРД

○

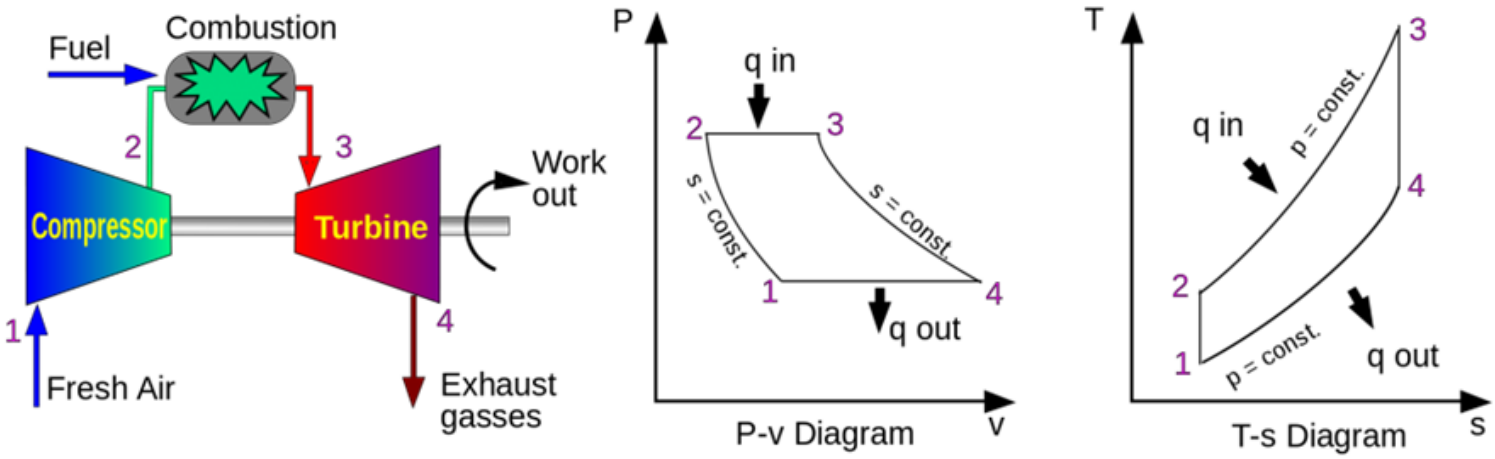
ПВРД

○

ДТРД

Какая часть цикла Брайтона выполняется в турбине?

Какая часть цикла Брайтона выполняется в турбине?



○

1-2

○

2-3

○

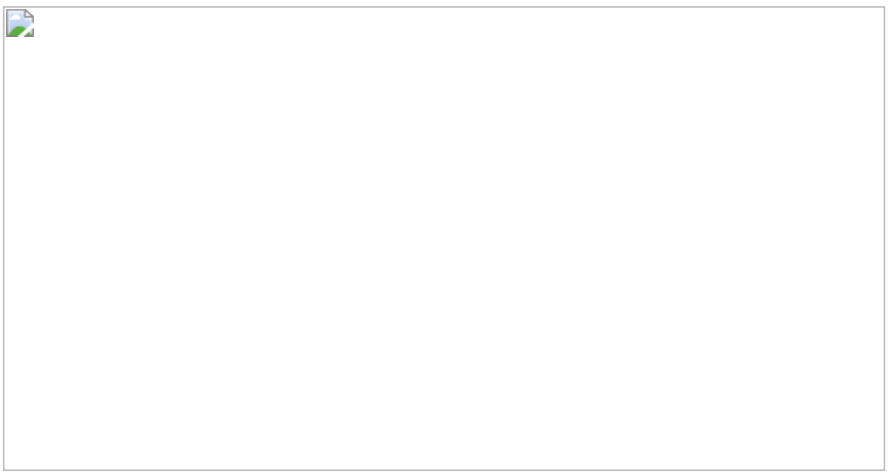
3-4

○

4-1

Какие виды охлаждения лопатки турбины применены в данной лапатке?

Какие виды охлаждения лопатки турбины применены в данной лопатке?



☐

конвекционное внутреннее

☐

завесное пленочное

☐

завесное "душевое"

завесное транспирационное

Какие виды уплотнений применяются в горячем тракте ГТД?

Какие виды уплотнений применяются в горячем тракте ГТД?

Резиновые кольцевые

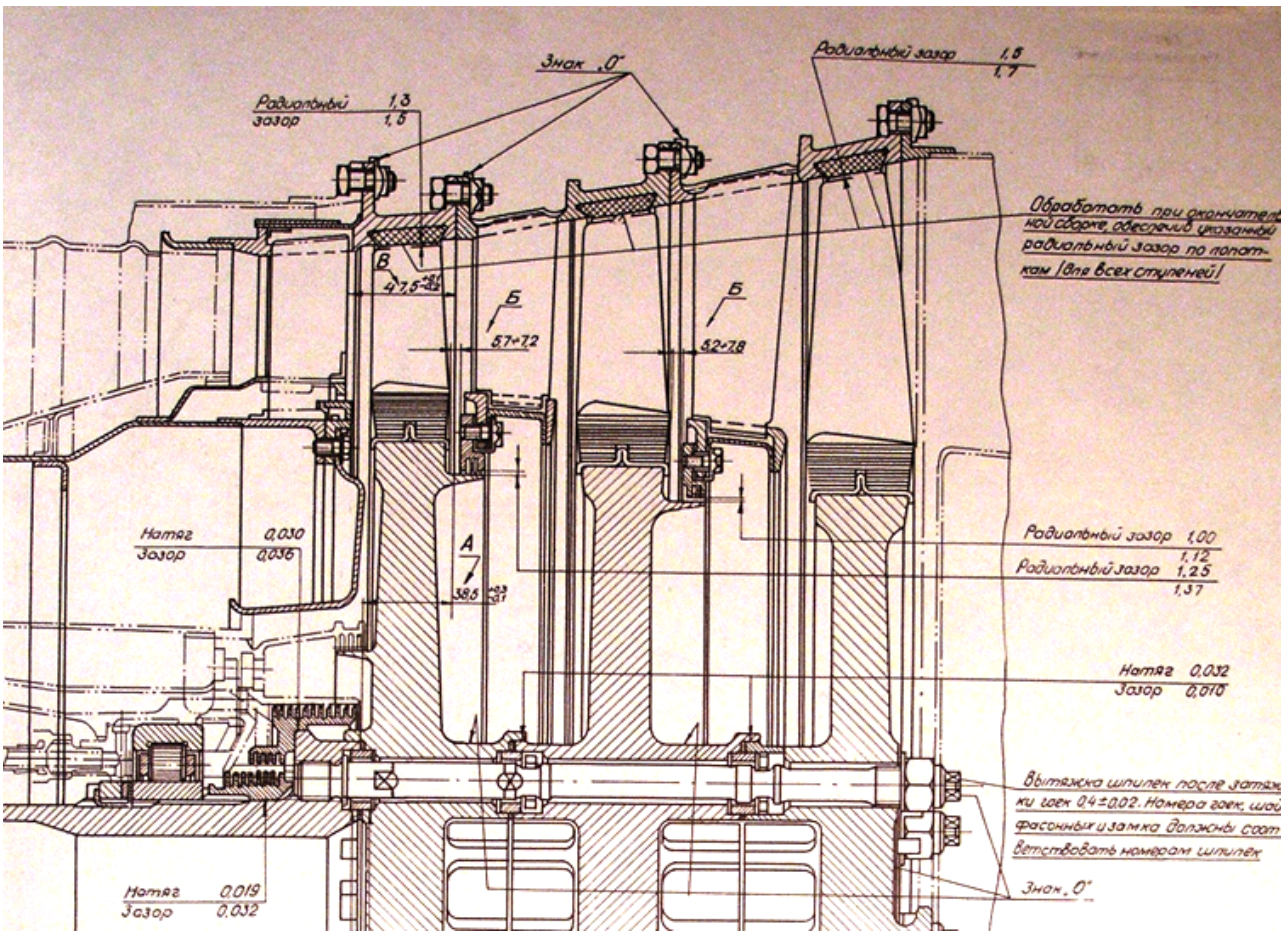
Резиновые манжетные

Графитовые

Лабиринтные

Какие замки крепления лопаток рабочего колеса применены в данной турбине?

Какие замки крепления лопаток рабочего колеса применены в данной турбине?



типа ласточкин хвост

ёлочный замок

втулочный замок

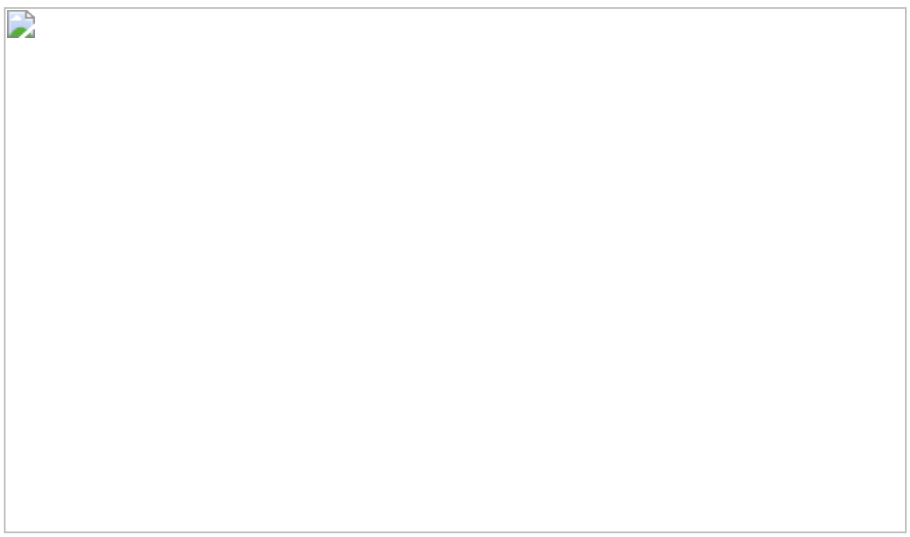
Какие способы тепловой защиты применяют для защиты лопаток сопловых аппаратов и турбин

Какие способы тепловой защиты применяют для защиты лопаток сопловых аппаратов и турбин

- ☐ конвекционное внутреннее
- ☐ завесное пленочное
- ☐ завесное транспирационное
- ☐ теплозащитные покрытия
- ☐ аблируюшие покрытия

Лабиринты

Что представлено на данных рисунках?



- ○ Лабиринтные уплотнения
- ○ Гребешковые уплотнения
- ○ Гидравлические демпферы

Назначение турбины в ГТД?

Назначение турбины в ГТД?

- ○ Для привода компрессора
- ○ Для преобразования потенциальной энергии газов в механическую энергию вращения и привода компресора
- ○ Для ускорения рабочего газа в двигателе и создании тяги

Свободная турбина

Для привода чего может применяться свободная турбина?

- ☐ Генератора
- ☐ Воздушного винта
- ☐ Несущего винта
- ☐ Гребного винта
- ☐ Компрессора

Сколько ступеней в данной турбине?

Сколько ступеней в данной турбине?

1

2

3

4

Укажите рабочее колесо турбины

Укажите рабочее колесо турбины

а

○

b

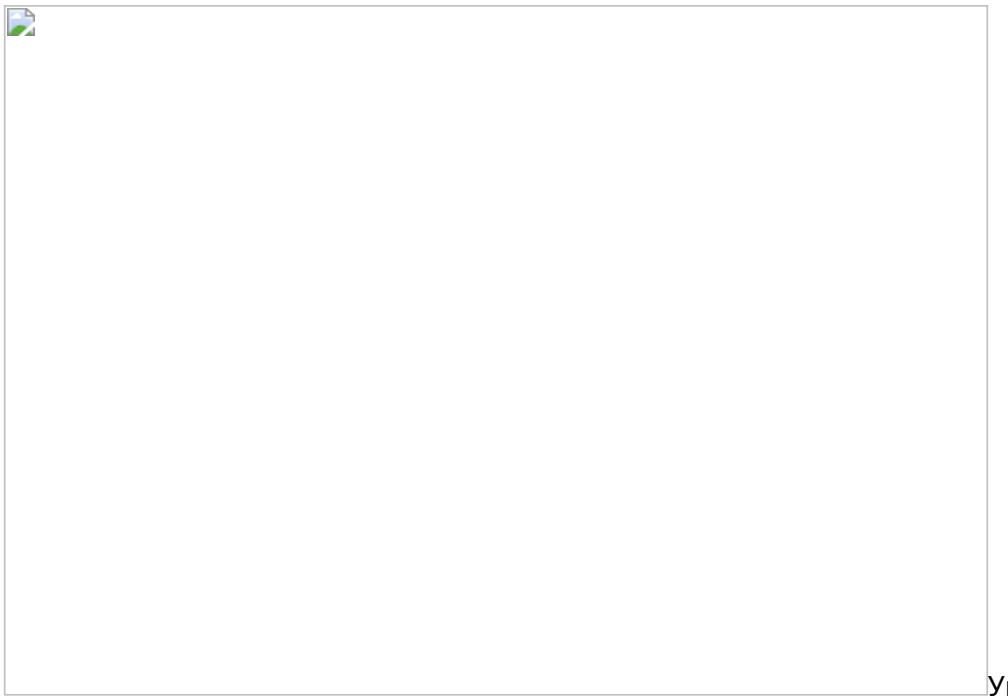
○

c

○

d

Укажите сопловой аппарат в ступени осевой турбины а



Укажите сопловой аппарат в ступени осевой турбины

○

a

○

b

○

c

○

d

Чем отличается реактивная турбина от активной?

Чем отличается реактивная турбина от активной?

☐

Газ ускоряется как в сопловом аппарате ступени турбины, так и в рабочем колесе

☐

Газ ускоряется в сопловом аппарате ступени турбины и в рабочем колесе

☐

Газ ускоряется в сопловой части турбины

Что такое Степень реактивности ступени ?

Что такое Степень реактивности ступени ?

- ○ это отношение располагаемого теплоперепада в рабочем колесе Нр к к располагаемому теплоперепаду в ступени Н
- ○ это отношение работы на валу ступени к располагаемому теплоперепаду
- ○ это отношению действительного теплоперепадак располагаемому.

Отправить

КАмера сгорания.pdf

Для "богатой" смеси необходимо чтобы альфа было

○

больше 1

○

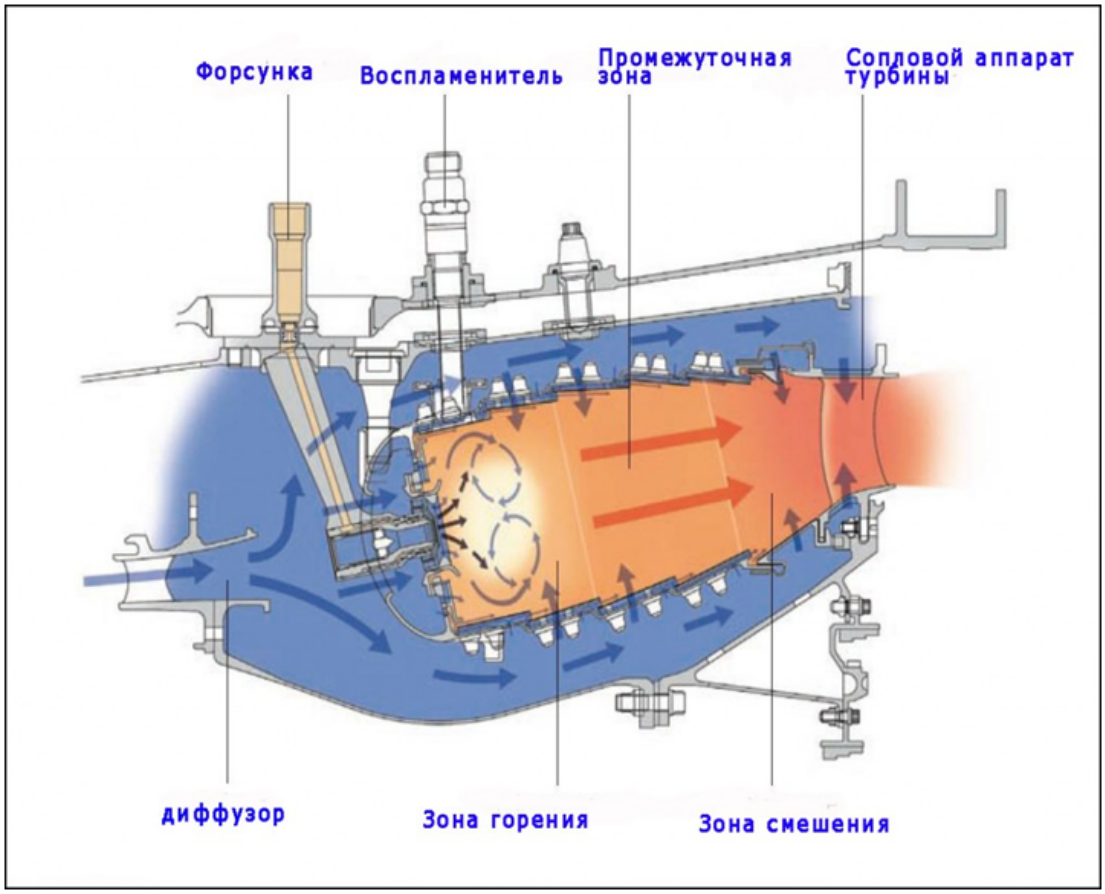
меньше 1

○

равно 1

Для чего необходим завихритель в камере сгорания?

Для чего необходим завихритель в камере сгорания?



○

Для обеспечения стабильного горения за счет создание зоны разрежения

○

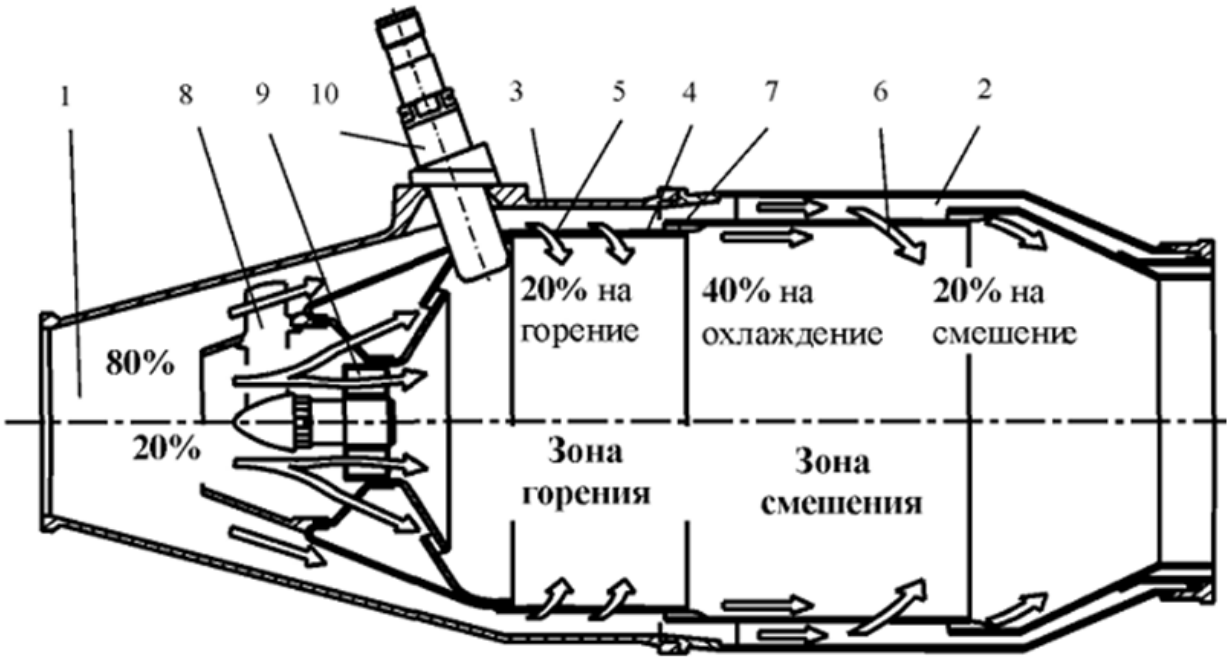
Для лучшего перемешивания воздуха

○

Для смешивания первичного и вторичного воздуха

Для чего необходимо фронтовое (завихритель) устройство в камере сгорания?

Для чего необходимо фронтовое устройство (завихритель) в камере сгорания?



○

Для перераспределения потока воздуха на первичный и вторчный

○

Для торможения воздуха до требуемых в камере сгорания величин

○

Для организации вихревого течения и стабилизации процесса горения

Из каких материалов изготавливают жаровые трубы камер сгорания

Из каких материалов изготавливают жаровые трубы камер сгорания

○

Х20Н80Т, Х75МБТЮ, ХН70Ю

○

Х18Н9Т, Х18Н10Б, AISI 304

○

ХН2МА, ШХ15

Из каких материалов изготавливают наружний кожух камер сгорания

Из каких материалов изготавливают наружний кожух камер сгорания

○

Х18Н9Т, ВЖ102

○

Д1ч, Д16, АМГ, АК6

○

ХН2МА, Ст45

Из каких элементов состоит трубчатая камера сгорания?

Из каких элементов состоит трубчатая камера сгорания?

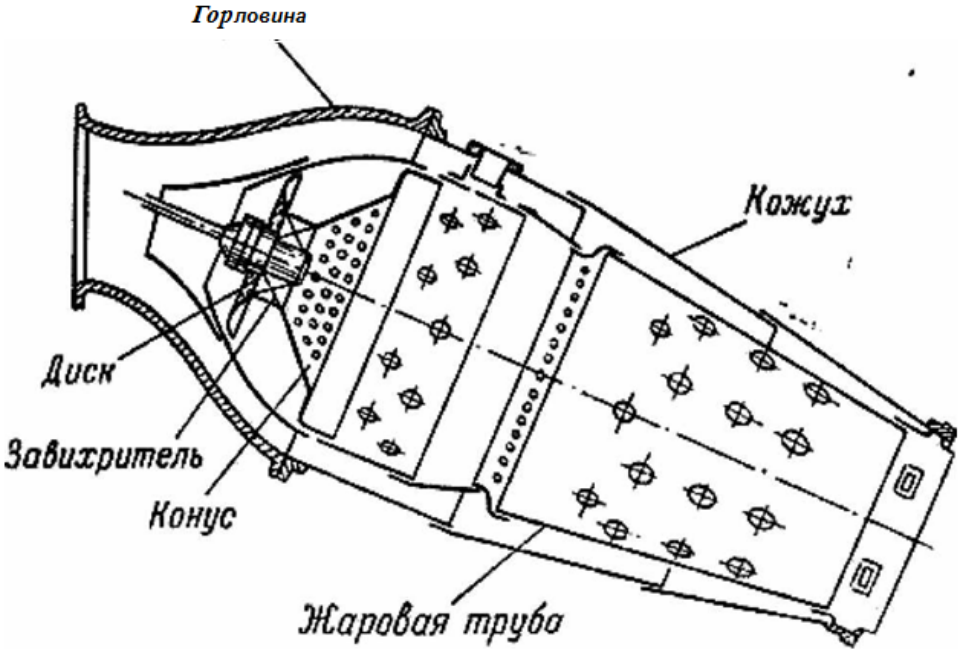


Рис. 3. Трубчатая камера сгорания

- [ ] Жаровая труба
- [ ] Завихритель
- [ ] Конус
- [ ] Кожух
- [ ] Горловина
- [ ] Диск
- [ ] Первичный воздух

К какому типу можно отнести данную камеру сгорания?

К какому типу можно отнести данную камеру сгорания?

- ○ Кольцевому
- ○ Трубчатому
- ○ Трубчато-кольцевому

К Какому типу относится данная камера сгорания?

К Какому типу относится данная камера сгорания?

Кольцнвая

Трубчатая

Смешанная

Трубчато-кольцевая

К какому типу относится схема камеры сгорания под пунктом С?

К какому типу относится схема камеры сгорания под пунктом С?

Кольцевому

○

Трубчатому

○

Трубчато-кольцевому

Как вы думаете к какому типу относится данная камера сгорания?

Как вы думаете к какому типу относится данная камера сгорания?

○

Трубчатому

○

Кольцевому

○

Гибридному

Как осуществляется компенсация увеличения размеров жаровых труб камеры сгорания в результате их нагрева?

Как осуществляется компенсация увеличения размеров жаровых труб камеры сгорания в результате их нагрева?

○

Закрепляется один из концов жаровой трубы (другой в осевом направлении оставляют свободным)

○

Оба конца жаровой трубы в осевом направления не закрепляют

○

Не предпринимается никаких конструктивных мероприятий

Как осуществляется стабилизация пламени в камере сгорания?

Как осуществляется стабилизация пламени в камере сгорания?

○

Завихрением первичного воздушного потока, создание этим зоны разрежения и организации обратного тока горячих газов

○

Стабилизация осуществляется непрерывной подачей воздуха и топлива

○

Завихрением первичного воздушного потока и постоянным поджигом воздушно-топливной смеси

Какая часть цикла Брайтона выполняется в камере сгорания?

Какая часть цикла Брайтона выполняется в камере сгорания?

○

1-2

○

2-3

○

3-4

○

4-1

Какие требования предъявляются к камерам сгорания ВРД?

Какие требования предъявляются к камерам сгорания ВРД?

☐

Устойчивость процесса горения при всех возможных режимах и полетных условиях.

☐

Возможно полное сгорание топлива и малые потери тепла наружу

☐

Обеспечение равномерного поля температуры газов перед турбиной

☐

Минимальная длина факела пламени

☐

Возможно меньшие потери полного давления

☐

Обеспечение надежного и быстрого запуска двигателя на земле и в полете при любых полетных условиях

☐

Надежность в эксплуатации, большой срок службы, удобство контроля и технического обслуживания.

☐

Обеспечение равномерного поля температуры газов за турбиной

Какое количество воздуха необходимо для сжигания 1 кг керосина?

Какое количество воздуха необходимо для сжигания 1 кг керосина?

○

1,47

○

14,7

○

147

Перечислите методы охлаждения элементов камеры сгорания

Перечислите методы охлаждения элементов камеры сгорания

☐

Конвекционной охлаждение

☐

Пленочная воздушная защита

☐

Перераспределение горячих и холодных масс воздуха (холодные смещаются к стенка жаровой трубы)

☐

Пленочная жидкостная (с орошением) защита

☐

Пористое охлаждение стенок жаровой трубы

Почему камера сгорания имеет обычно такой вид, а не изготавливается в виде трубы?

Почему камера сгорания состоит из сочетания диффузора, трубы и конфузора?

☐

Диффузор необходим для торможения потока и обеспечения устойчивого горения

Конфузор необходим для ускорения газа перед турбиной и понижения температуры

☐

Диффузор необходим для снижения гидравлических потерь в камере сгорания

☐

Диффузор необходим для ускорения потока и обеспечения устойчивого горения

Конфузор необходим для торможения газа перед турбиной и понижения температуры

Что такое первичный воздух?

Что такое первичный воздух?

○

Это воздух, участвующий в процессе сжигания углеводородов топлива

○

Это воздух, используемый для охлаждения камеры сгорания

Нет такого понятия

Что такое теплонапряженность камеры сгорания?

Что такое теплонапряженность камеры сгорания?

Под теплонапряженностью камеры сгорания понимают количество тепла, выделяющееся единице объема (1 м3) камеры в течение 1 часа.

од теплонапряженностью камеры сгорания понимают количество тепла, выделяющееся единице объема (1 м3) камеры.

од теплонапряженностью камеры сгорания понимают напряжения в стенках камеры сгорания, возникающие от при их нагреве.

Чем обусловлена необходимость окончания горения в жаровой трубе?

Необходимость окончания горения в жаровой трубе обусловлена предупреждением перегрева и обгорания лопаток газовой турбины

- Верно
- Неверно

Отправить

Экзамен (6 семестр).pdf

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 1** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Двигатели и движители, Их основные типы.

2. Определение изменения параметров воздуха во входном устройстве.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 2** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Силовые установки летательных аппаратов.

2. Цикл ТРД.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 3** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Классификация двигателей летательный аппаратов

2. Основные показатели цикла ТРД. Зависимость работы цикла от степени повышения давления воздуха.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N4** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Удельная тяга ТРД. Ее определение.

2. Уравнение энергии потока. Его использование в ТРД.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 5** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Схема ТРД и назначение его основных элементов.

2. Уравнение энергии для камеры сгорания ТРД.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 6** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Схема ТРДД; основные его элементы и преимущества перед ТРД.

2. Уравнение энергии для энергоизолированного течения.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 7** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Схема ТРДФ; его работа и особенности по сравнению с ТРД.

2. Параметры торможения потока; их использование.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 8** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Схема ТВД; его особенности по сравнению с ТРД.

2. Компрессор ТРД, его схема, назначение, основные элементы и типы.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 9** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Схема и циклы ЖРД.

2. Ступень осевого компрессора; порядок ее работы.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 10** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Схема РДТТ, порядок его работы.

2. Уравнение энергии для компрессора.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 11** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Удельная масса и удельная тяга двигателя.

2. Определение адиабатной и действительной работы компрессора.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 12** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Изменение параметров воздуха в ступени осевого компрессора.

2. Определение полной тяги ТРД.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 13** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Камера сгорания ТРД. Типы камер, их назначение и порядок работы.

2. Схема ТРД; основные его элементы и порядок их работы.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 14** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Основные требования к камерам сгорания ТРД.

2. Определение параметров воздуха за компрессором.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 15** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Рабочий процесс в камере сгорания двигателя.

2. Турбина ТРД; основные требования к ней.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 16** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Определение относительного расхода в камере сгорания и его связь.

2. Ступень турбины и порядок ее работы.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 17** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Удельная теплонапряженность камеры сгорания, ее определение.

2. Адиабатная и действительная работа турбины.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 18** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Коэффициент полезного действия турбины, его смысл и определение.

2. Выходное устройство ТРД, его назначение и порядок работы.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 19** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Определение степени повышения давления в турбине необходимой для обеспечения заданной степени повышения давления в компрессоре.

2. Схема выходного устройства и характер изменения параметров вдоль него

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 20** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Определение параметров газа за турбиной.

2. Удельная тяга и удельная масса двигателя.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 21** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Расчет параметров газа на срезе сопла при расчетном режиме и сверхкритическом течении.

2. Измерение параметров газа вдоль проточной части двигателя.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 22** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Эффективные и тяговые показатели двигателя.

2. Общий, термический и тяговый коэффициенты полезного действия ТРД.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 23** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Факторы, ограничивающие степень повышения давления в одной ступени компрессора.

2. Характер изменения поперечного сечения компрессора вдоль проточной части.

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N24** по дисциплине **"Теория расчет и проектирования АД и ЭУ"** Ф-т № 14	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В. "_____"_____

1. Определение частоты вращения ротора компрессора.

2. Понятие о характеристике компрессора.