

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»
(Самарский университет)



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Теория и расчет лопаточных машин

Код плана	240305.62-2018-О-ПП-4г00м-13
Основная профессиональная образовательная программа высшего образования по направлению подготовки (специальности)	<u>24.03.05 Двигатели летательных аппаратов</u>
Профиль (специализация, программа)	"Организация и управление производством"
Квалификация	<u>Бакалавр</u>
Блок, в рамках которого происходит освоение дисциплины (модуля)	<u>Б1</u>
Шифр дисциплины (модуля)	<u>Б1.В.ОД.14</u>
Институт (факультет)	двигателей и энергетических установок
Кафедра	теории двигателей летательных аппаратов
Форма обучения	<u>очная</u>
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр
Форма промежуточной аттестации	экзамен в 6 семестре

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Паспорт фонда оценочных средств

Перечень оценочных средств дисциплины (модуля)		Планируемые образовательные результаты	Этапы формирования компетенции	Способ формирования компетенции	Оценочное средство
Шифр компетенции	Наименование компетенции				
ПК-1	Способность принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	знать: – базовые методы проектирования лопаточных машин ГТД; – методы экспериментального исследования лопаточных машин; – методы согласования рабочего процесса компрессора и турбины; уметь: – находить такую конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом действующих ограничений; владеть: – методами поиска конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом действующих ограничений	Лекции Тема 4 Характеристики турбомашин 4.1 Напорная характеристика компрессора 4.2 Характеристика компрессора 4.3 Универсальные характеристики компрессора 4.4 Характеристика турбины Тема 5 Совместная работа компрессора и турбины в составе ГТД 5.1 Согласование компрессора и турбины при проектировании ГТД 5.2 Совместная работа компрессора и турбины в существующем двигателе 5.3 Запас устойчивой работы компрессора Тема 6 Вопросы проектирования ступени осевого компрессора 6.1 Оптимальные параметры рабочего процесса осевого компрессора 6.2 Закрутка потока на входе в компрессор 6.3 Выбор угла атаки 6.4 Расчет параметров компрессора по высоте проточной части компрессора 6.5 Многоступенчатые компрессоры	Лекции, Лабораторные работы, практические работы, контрольные работы, самостоятельная работа	Отчеты по лабораторным работам. Отчеты по практическим работам. Контрольные работы. Итоговая аттестация.

			ры 6.6 Работа компрессора в условиях неравномерности потока на входе 6.7 Работа многоступенчатого компрессора на нерасчетных режимах 6.8 Способы регулирования многоступенчатых компрессоров Тема 7 Вопросы проектирования ступени осевой турбины 7.1 Оптимальные параметры рабочего процесса турбины 7.2 Рабочий процесс в турбинных решетках 7.3 Выбор числа лопаток венца осевой турбины 7.4 Многоступенчатые турбины Лабораторные работы Определение характеристик маломерной турбины Расчетное определение характеристик ступени турбомашин с помощью методов вычислительной газовой динамики Численное моделирование рабочего процесса ступени лопаточной машины Исследование рабочего процесса и характеристик центробежного микрокомпрессора Практические работы Проектный расчет ступени лопаточной машины Выбор оптимальных параметров ступени лопаточ-		
--	--	--	--	--	--

			ной машины Согласование параметров турбокомпрессора Самостоятельная работа Изучение пространственной структуры течения газа в ступени лопаточной машины Проектирование проточной части ГТД. Согласование компрессора и турбины		
ПК-4	Способность составлять описание принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений	знать: – основные типы турбомашин, применяемых в современной промышленности, их назначение и области применения; – требования, предъявляемые к лопаточным машинам ГТД; – схемы и принципы действия лопаточных машин основных типов, применяемых в ГТД; – типовые характеристики лопаточных машин ГТД; уметь: – анализировать рабочие процессы в проточной части лопаточных машин и их характеристики; – применять методы графического представления потоков в проточной части лопаточных машин, а также профилей лопаток при анализе рабочего процесса и характеристики лопаточных машин владеть: – методами проектирования рабочего процесса и профилирования	Лекции Тема 1 Общие сведения о лопаточных машинах и терминология 1.1 Понятие турбомашин, ее отличительные особенности и место в современном мире 1.2 Основные определения теории лопаточных машин 1.3 Классификация турбомашин 1.4 Примеры применения турбомашин Тема 2 Теоретические основы рабочего процесса турбомашин 2.1 Основные допущения, используемые при выводе теоретических зависимостей 2.2 Относительное движение в турбомашинах 2.3 Необходимые краткие сведения из термодинамики и газовой динамики 2.4 Уравнение неразрывности 2.5 Уравнения энергии 2.6 Уравнение количества движения 2.7 Уравнение	Лекции, Лабораторные работы, практические работы, контрольные работы, самостоятельная работа	Отчеты по лабораторным работам. Отчеты по практическим работам. Контрольные работы. Итоговая аттестация.

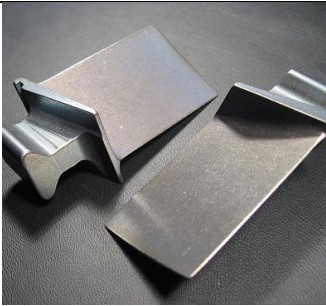
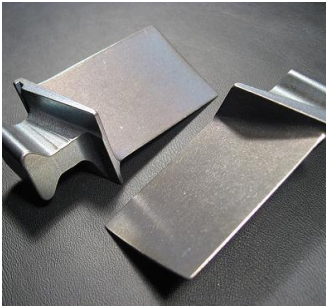
		лопаточных машин; – методами и средствами проведения расчетных и экспериментальных исследований лопаточных машин, обработки и анализа их результатов – навыками реализации методов графического представления рабочего процесса лопаточных машин при проведении расчетов и проектировании их проточной части.	моментов количества движения (Эйлера) 2.8 Степень реактивности ступени турбомашин 2.9 Термодинамические основы рабочих процессов турбомашин 2.10 Уравнение радиального равновесия 2.11 Планы скоростей Тема 3 Принцип действия турбомашин 3.1 Принцип действия ступени компрессора 3.2 Принцип действия ступени турбины Тема 8 Потери энергии в проточной части турбомашин и пути их снижения (6 часов) 8.1 Потери трения и концевые потери 8.2 Кромочные потери 8.3 Потери, связанные с отрывом потока 8.4 Волновые потери 8.5 Вторичные потери 8.6 Потери в радиальном зазоре 8.7 Потери в осевом зазоре 8.8 Дисковые потери 8.9 Потери, связанные с охлаждением лопаток Лабораторные работы Лопаточные машины газотурбинных двигателей их основные элементы Экспериментальное исследование кольцевых решеток центростремительных микро-турбин		
--	--	---	---	--	--

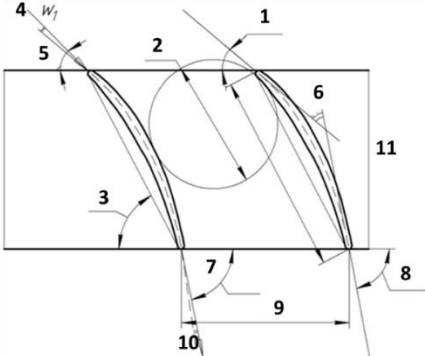
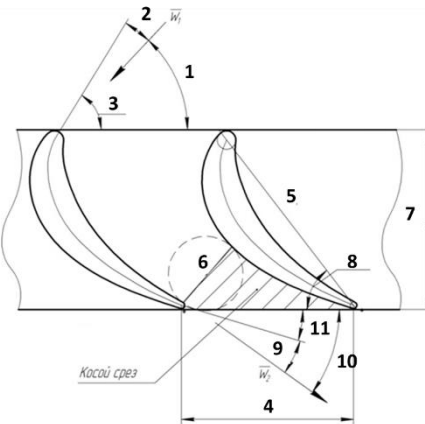
**2. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ
ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

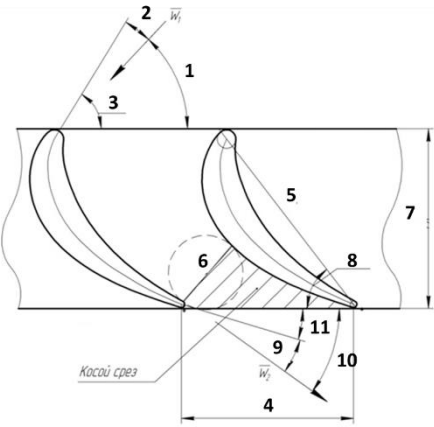
Примеры вопросов- тестов к контрольным работам

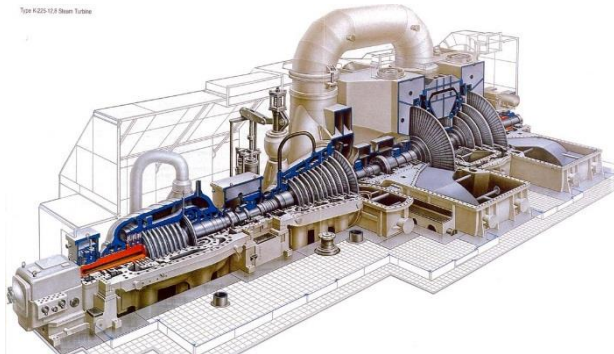
Тема 1 - Общие сведения о лопаточных машинах и терминология

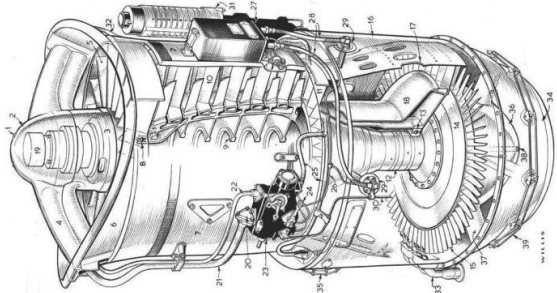
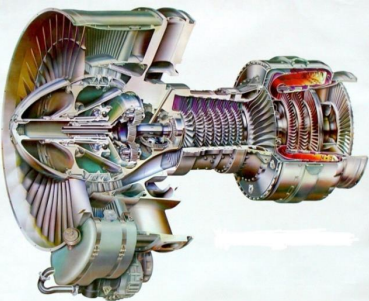
1.	Назовите основные достоинства турбомашин.				
	1	2	3	4	5
	Большая удельная мощность	Высокий КПД при больших расходах ра- бочего тела	Устойчивая работа во всем диапазоне ра- бочих режи- мов	Высокий КПД при малых расходах ра- бочего тела	Низкий уро- вень вибраций
2.	Назовите основные недостатки турбомашин.				
	1	2	3	4	5
	Низкая удель- ная мощность	Низкий КПД при больших расходах ра- бочего тела	Не устойчивая работа на не- которых ре- жимах	Низкий КПД при малых расходах ра- бочего тела	Высокий уро- вень вибраций
3.	Какую функцию выполняет перо лопатки?				
	1	2	3	4	5
	Энергообмен между лопат- ками и пото- ком	Нагрев/охлажд ение рабочего тела	Крепление ло- патки к диску	Повышение жесткости ло- патки, сниже- ние ее колеба- ний	Уменьшение потерь энергии
4.	Дайте определение термину «корытце лопатки»				
	1	2	3	4	5
	Выпуклая часть пера	Вогнутая часть пера	Первая кромка по потоку	Последняя кромка по по- току	Верхний торец лопатки
5.	Из каких элементов состоит лопатка, изображенная на рисунке?				
					
	1	2	3	4	5
6.	Перо	Диск	Замок	Корпус	Бандажная полка
	Из каких элементов состоит лопатка, изображенная на рисунке?				

					
	1	2	3	4	5
	Перо	Диск	Замок	Корпус	Бандажная полка
7.	Определите тип замка лопатки. 				
	1	2	3	4	5
	Елочный	Ласточкин хвост	Без замка	Шарнирный	Голубиный хвост
8.	Определите тип замка лопатки. 				
	1	2	3	4	5
	Елочный	Ласточкин хвост	Без замка	Шарнирный	Голубиный хвост
9.	Определите тип замка лопатки. 				
	1	2	3	4	5
	Елочный	Ласточкин хвост	Без замка	Шарнирный	Голубиный хвост
10.	Дайте определение термину «Шаг решётки».				
	1	2	3	4	5
	Разность между конструк-	Разность между конструк-	Минимальный диаметр	Расстояние между одно-	Расстояние вдоль хорды

	тивным углом и углом выхода потока	тивным углом и углом потока на входной кромке	окружности, вписанной в канал между соседними профилями	именными точками двух соседних профилей вдоль фронта решетки	от входной кромки до точки максимально удаленной от средней линии
11.	Дайте определение термину «Координата положения максимальной толщины».				
	1	2	3	4	5
	Разность между конструктивным углом и углом выхода потока	Разность между конструктивным углом и углом потока на входной кромке	Минимальный диаметр окружности, вписанной в канал между соседними профилями	Расстояние между одноименными точками двух соседних профилей вдоль фронта решетки	Расстояние вдоль хорды от входной кромки до точки максимально удаленной от средней линии
12.	Какой геометрический параметр турбомшины отмечен на рисунке цифрой «1»?				
					
	1	2	3	4	5
	Входной конструктивный угол	Горло решетки	Угол установки профиля	Угол атаки	Угол изгиба профиля
13.	Какой геометрический параметр турбомшины отмечен на рисунке цифрой «5»?				
					
	1	2	3	4	5
	Угол атаки	Входной конструктивный угол	Шаг решетки	Хорда профиля	Горло решетки
14.	Какой номер на рисунке обозначает горло решетки?				

					
	1	2	3	4	5
	9	2	5	6	8
15.	Для чего в ступени турбины устанавливается диффузор?				
	1	2	3	4	5
	Увеличение работы расширения	Снижение массы турбины	Уменьшения температуры выхлопных газов	Снижения стоимости турбины	Уменьшения гидравлических потерь в проточной части
16.	Какие из перечисленных элементов входят в состав ступени центробежной турбины (в общем случае)?				
	1	2	3	4	5
	Входной направляющий аппарат	Сопловой аппарат	Выходной диффузор	Улитка	Рабочее колесо
17.	Какую функцию выполняет щелевой диффузор компрессора?				
	1	2	3	4	5
	Подводит работу к потоку	Повышает давление	Ускоряет и поворачивает поток	Отбирает работу от потока	Равномерно распределяет поток по окружности РК
18.	Что за элемент лопаточной машины изображен на рисунке? 				
	1	2	3	4	5
	Рабочая лопатка осевой турбины	Рабочая лопатка осевого компрессора	Лопаточный диффузор	Рабочее колесо центробежного компрессора	Улитка
19.	Расположите в порядке следования рабочего тела элементы ступени осевого компрессора.				
	1	2	3	4	5

	Улитка	Входной направляющий аппарат	Щелевой диффузор	Направляющий аппарат	Рабочее колесо
20.	Какой тип турбомашины наилучшим образом подходит для создания многоступенчатых машин?				
	1	2	3	4	5
	Осевая турбомашина	Диагональная турбомашина	Центробежная турбомашина	Центростремительная турбомашина	Ни одна из перечисленных
21.	Какой тип турбомашины позволяет получить максимальный КПД в одной ступени?				
	1	2	3	4	5
	Осевая турбомашина	Диагональная турбомашина	Центробежная турбомашина	Центростремительная турбомашина	Ни одна из перечисленных
22.	Определите, какие турбомашины входят в состав изделия изображенного на рисунке. 				
	1	2	3	4	5
	Осевая турбина	Центростремительная турбина	Центробежный компрессор	Осевой компрессор	Шнекоцентробежный насос
23.	Определите, какие турбомашины входят в состав изделия изображенного на рисунке. 				
	1	2	3	4	5
	Осевая турбина	Центростремительная турбина	Центробежный компрессор	Осевой компрессор	Шнекоцентробежный насос
24.	Почему установка наддува позволяет увеличить мощность двигателя внутреннего сгорания?				
	1	2	3	4	5
	Увеличивается эффективность горения	Увеличивается степень повышения давления	Увеличивается температура воздуха на входе	За один цикл удаётся сжечь больше топлива	Для привода компрессора используется

		ния в двигателе	входе в цилиндры	ва (подвести тепла)	«выбрасываемая» энергия выхлопных газов
25.	Какую основную функцию выполняет шнекоцентробежный нанос в авиационном ГТД?				
	1	2	3	4	5
	Увеличивает давление/плотность газообразного рабочего тела	Увеличивает давление жидкости и прокачивает ее	Приводит во вращение стороннего по отношению к устройству потребителя энергии	Приводит во вращение компрессор или насос	В данном устройстве такого узла нет
26.	Определите, что за изделие изображено на рисунке.				
					
	1	2	3	4	5
	Агрегат наддува	Турбонасосный агрегат	Паротурбинная установка	Гидротурбина	Авиационный ГТД
27.	Определите, что за изделие изображено на рисунке.				
					
	1	2	3	4	5
	Агрегат наддува	Турбонасосный агрегат	Паротурбинная установка	Гидротурбина	Авиационный ГТД
28.	Как установка механического наддува влияет на мощность ДВС?				
	1	2	3	4	5
	Растет	Не меняется	Снижается	-	-
29.	Как установка механического наддува влияет на физический расход топлива ДВС?				
	1	2	3	4	5
	Растет	Не меняется	Снижается	-	-

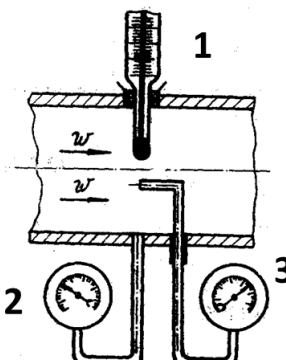
Ключ теста

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,2,5	2,4	1	2	1,3	1,3	2	3	3	4
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	1	4	4	1	2,4,5	2	5	2,5,3,4,5	1
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

1	1	2,3	4	5	5	5	1	1	
---	---	-----	---	---	---	---	---	---	--

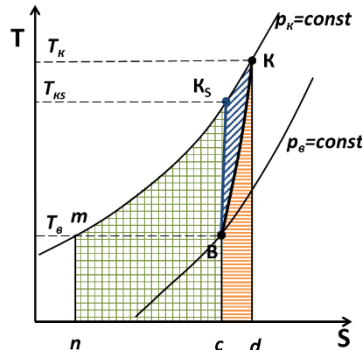
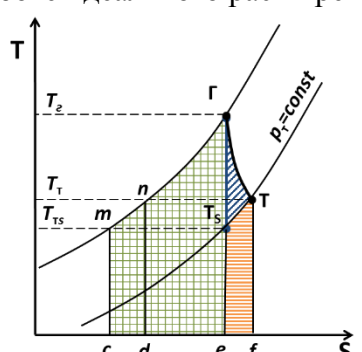
Тема 2 - Теоретические основы рабочего процесса турбомашин

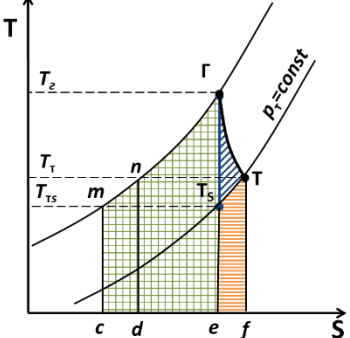
1.	Дайте определение абсолютной скорости в турбомашине с.				
	1	2	3	4	5
	Окружная скорость вращения ротора турбомашин	Скорость рабочего тела относительно лопаток ротора (в системе координат, вращающейся вместе с ротором)	Скорость движения рабочего тела в неподвижной системе координат	Угол между абсолютной и переносной скоростью	Угол между относительной и переносной скоростью
2.	Дайте определение относительной скорости в турбомашине w.				
	1	2	3	4	5
	Окружная скорость вращения ротора турбомашин	Скорость рабочего тела относительно лопаток ротора (в системе координат, вращающейся вместе с ротором)	Скорость движения рабочего тела в неподвижной системе координат	Угол между абсолютной и переносной скоростью	Угол между относительной и переносной скоростью
3.	Запишите уравнение, связывающее относительную, переносную и абсолютную скорости турбомашин.				
	1	2	3	4	5
	$u = \omega \cdot r = \frac{\pi D n}{60}$	$\bar{u} = \bar{w} + \bar{c}$	$pv = \frac{p}{\rho} = RT$	$\lambda = \frac{c}{\sqrt{\frac{2k}{k+1} RT^*}}$	$\bar{c} = \bar{w} + \bar{u}$
4.	Запишите уравнение для определения температуры заторможенного потока.				
	1	2	3	4	5
	$T^* = T + \frac{c^2}{2c_p}$	$T_w^* = T + \frac{w^2}{2c_p}$	$T_w^* = T^* + \frac{w^2 - c^2}{2c_p}$	$T_w^* = T^* - \frac{1}{2c_p} u^2$	$T_w^* = T + \frac{1}{2} \rho (w^2 - u^2)$
5.	Какие максимальные значения может принимать величина числа Маха?				
	1	2	3	4	5
	-1	0	1	$\sqrt{\frac{k+1}{k-1}}$	∞
6.	От чего зависит величина скорости звука?				
	1	2	3	4	5
	От скорости рабочего тела	От физических свойств рабочего тела	От количества энергии, подводимой в термодинамическом процессе	От давления рабочего тела	От температуры рабочего тела

7.	От чего зависит значение газодинамической функции “тау от лямбда” $\tau(\lambda)$?				
	1	2	3	4	5
	от скорости потока	от давления	от температуры	от плотности	от свойств рабочего тела
8.	Какой из изображенных на рисунке приборов показывает статическую температуру?				
					
	1	2	3	4	5
9.	Какие скорости определяют расход рабочего тела в осевом компрессоре?				
	1	2	3	4	5
	Осевая проекция абсолютной скорости	Окружная скорость	Абсолютная скорость	Тангенциальная проекция окружной скорости	Радиальная проекция абсолютной скорости
10.	Как изменяется статическое давление при увеличении скорости энергоизолированного потока?				
	1	2	3	4	5
	Увеличивается	Не изменяется	Имеет максимум	Имеет минимум	Снижается
11.	Как изменяется статическое давление при уменьшении скорости энергоизолированного потока?				
	1	2	3	4	5
	Увеличивается	Не изменяется	Имеет максимум	Имеет минимум	Снижается
12.	Запишите уравнение энергии в механической форме в относительном движении для осевой турбины?				
	1	2	3	4	5
	$L_r = \int_1^2 \frac{dp}{\rho} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + L_r$	$\int_2^1 \frac{dp}{\rho} = \frac{u_1^2 - u_2^2}{2} + \frac{w_2^2 - w_1^2}{2} + L_r$	$\int_2^1 \frac{dp}{\rho} = \frac{w_2^2 - w_1^2}{2} + L_r$	$\int_1^2 \frac{dp}{\rho} = \frac{w_1^2 - w_2^2}{2} - L_r$	$\int_1^2 \frac{dp}{\rho} = \frac{u_2^2 - u_1^2}{2} + \frac{w_1^2 - w_2^2}{2} - L_r$
13.	Что такое динамический напор?				
	1	2	3	4	5
	Изменение кинетической энергии в абсолютном движении	Энергия, затрачиваемая на преодоление потерь	Изменение кинетической энергии в относительном движении	Изменение потенциальной энергии потока	Работа по преодолению инерционных сил

14.	Как меняется температура заторможенного потока в НА компрессора?				
	1	2	3	4	5
	Увеличивается	Не изменяется	Уменьшается на небольшую величину	Имеет минимум	Снижается
15.	Какое воздействие оказывает окружающая сила, действующая со стороны рабочего тела на лопатку компрессора?				
	1	2	3	4	5
	Проталкивает рабочее тело	Оказывает сопротивление вращению РК	Генерирует дополнительные потери энергии	Заставляет рабочее колесо вращаться	Оказывает сопротивление движению рабочего тела
16.	Запишите уравнение количества энергии применительно к осевому компрессору.				
	1	2	3	4	5
	$\bar{R}dt = m_T d\bar{c}$	$P_u = G(c_{1u} - c_{2u})$	$P_a = G(c_{1a} - c_{2a}) + (p_1 - p_2)t_i dh$	$P_u = G(c_{1u} + c_{2u})$	$L_T = u_2 c_{2u} - u_1 \cdot c_{1u}$
17.	Запишите уравнение моментов количества движения (Эйлера) для центробежной турбины.				
	1	2	3	4	5
	$M_{кр} = \frac{(m_T c_u r)_{t+dt} - (m_T c_u r)_t}{dt}$	$L_T = (w_{2u} - w_{1u}) \cdot u$	$L_T = (w_{1u} - w_{2u}) \cdot u$	$L_T = u_1 c_{1u} - u_2 \cdot c_{2u}$	$L_T = u_2 c_{2u} - u_1 \cdot c_{1u}$
18.	Каким образом можно увеличить работу, подводимая лопатками компрессора? (при сохранении остальных параметров)				
	1	2	3	4	5
	Увеличить частоту вращения РК	Увеличить температуру рабочего тела на входе	Увеличить диаметр РК	Увеличить угол поворота потока в венце	Увеличить давление рабочего тела на входе
19.	Каким образом увеличение угла поворота потока в лопаточном венце влияет на рабочий процесс РК турбины?				
	1	2	3	4	5
	Увеличится работа, подводимая одной ступенью	Уменьшится работа, подводимая одной ступенью	Существенно увеличится вероятность отрыва потока в межлопаточном канале	Существенно уменьшится вероятность отрыва потока в межлопаточном канале	Увеличатся центробежные силы, действующие на лопатку
20.	Почему угол поворота потока в турбинной решётке может достигать больших значений?				
	1	2	3	4	5
	Из-за больших центробежных сил, действующих на лопатку	Из-за стабильности (не склонности к отрывам) течения в диффузорном канале	Из-за неустойчивости (склонности к отрывам) течения в конфузорном канале	Из-за неустойчивости (склонности к отрывам) течения в диффузорном канале	Из-за стабильности (не склонности к отрывам) течения в конфузорном канале
21.	Назовите основную особенность рабочего процесса турбомашин с отрицательной				

	реактивностью.				
	1	2	3	4	5
	Давление в НА (СА) не изменяется	Давление в РК не изменяется	Давление изменяется в одинаковой степени в РК и НА (СА)	В НА (СА) давление меняется противоположно тому как должно меняться для данного типа турбомшины	В РК давление меняется противоположно тому как должно меняться для данного типа турбомшины
22.	Как меняется полное давление в ступени активного компрессора?				
	1	2	3	4	5
23.	Как меняется статическое давление в ступени чисто реактивного компрессора?				
	1	2	3	4	5
24.	Найдите план скоростей соответствующей ступени активного компрессора?				
	1	2	3	4	5

25.	Дайте определение КПД турбины.				
	1	2	3	4	5
	Отношение работы идеального сжатия рабочего тела к подведенной механической энергии	Отношение работы идеального сжатия рабочего тела к отведенной механической энергии	Отношение работы отведенной механической энергии к работе идеального сжатия	Отношение работы подведенной механической энергии к работе идеального сжатия	Отношение работы отведенной механической энергии к работе идеального расширения
26.	На T-s диаграмме процесса сжатия укажите фигуру, соответствующую работе, затраченной на преодолении гидравлических потерь 				
	1	2	3	4	5
	n-m-ks-c	n-m-k-d	c-d-k-в	в-ks-k	Указанная работа не определяется на данной диаграмме
27.	На T-s диаграмме процесса расширения укажите площадь фигуры соответствующей работе идеального расширения 				
	1	2	3	4	5
	c-m-r-e	d-n-r-e	e-Ts-T-f	T-Г-Ts	e-c-m-Г
28.	На T-s диаграмме процесса расширения укажите фигуру, соответствующую работе, затраченной на преодоление гидравлических потерь				

					
	1	2	3	4	5
	c-m-r-e	d-n-r-e	e-Ts-T-f	T-Γ-Ts	e-c-m-Γ
	$pv = \frac{p}{\rho} = RT$	$\frac{\partial p}{\partial r} = \rho \frac{c_u^2}{r}$	$q(\lambda_{\text{ввд}}) = \frac{\pi_{\text{квд}}^*}{\sqrt{l_{\text{квд}}}} A \sqrt{l_{\text{твд}}} B$	$Y = \frac{\Delta p^*}{p_2^* - p_2} \cong \zeta \left(1 + \frac{k \cdot M^2}{2} \right)$	$G = \rho F c_n$
29.	Запишите уравнение для коэффициента расхода.				
	1	2	3	4	5
	$\varphi = \frac{c_{\text{аср}}}{u_{\text{ср}}}$	$\sigma_{\text{сА}} = \frac{p_1^*}{p_0^*}$	$\rho_{\text{ст}} = \frac{L_{\text{стат}}}{L_{\text{т}}}$	$\psi = \frac{L_{\text{у}}}{u_{\text{ср}}^2}$	$\varphi_{\text{сА}} = \frac{c_1}{c_{1s}}$
30.	Запишите уравнение для коэффициента напора.				
	1	2	3	4	5
	$\varphi = \frac{c_{\text{аср}}}{u_{\text{ср}}}$	$\sigma_{\text{сА}} = \frac{p_1^*}{p_0^*}$	$\rho_{\text{ст}} = \frac{L_{\text{стат}}}{L_{\text{т}}}$	$\psi = \frac{L_{\text{у}}}{u_{\text{ср}}^2}$	$\varphi_{\text{сА}} = \frac{c_1}{c_{1s}}$

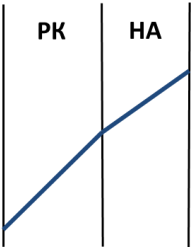
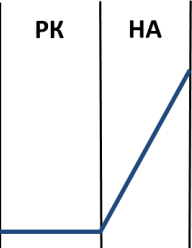
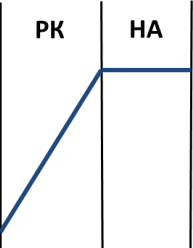
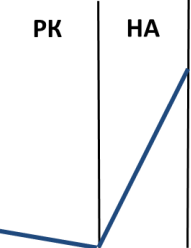
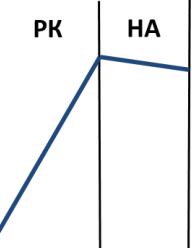
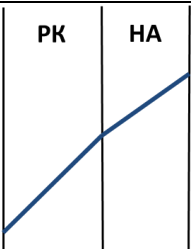
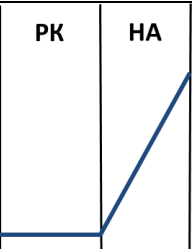
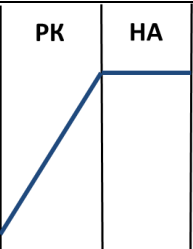
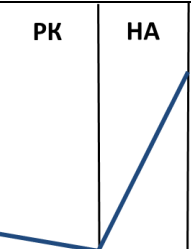
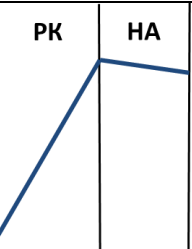
Ключ теста

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	2	5	1	5	2,5	1,5	4	1	5
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	3	1	3	2	2,3	4	1,3,4	1	5
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
5	5	3	2	5	3	1	3	1	4

Тема 3 - Принцип действия турбомашин

Что такое компрессор?					
	1	2	3	4	5
1.	Устройство, предназначенное для сжатия рабочего тела за счет изменения изолированного объема	Устройство, предназначенное для сжатия рабочего тела за счет подвода тепла	Устройство, предназначенное для непрерывного сжатия рабочего тела за счет подвода механической энергии к потоку рабочего	Устройство, предназначенное для расширения рабочего тела за счет отбора механической работы	Устройство, предназначенное для сжатия рабочего тела за счет магического воздействия

			тела		
2.	Как изменяется температура заторможенного потока в РК компрессора?				
	1	2	3	4	5
	Растет	Снижается	Не меняется	Расчет на небольшую величину	Снижается на небольшую величину
3.	Как изменяется температура заторможенного потока в НА компрессора?				
	1	2	3	4	5
	Растет	Снижается	Не меняется	Расчет на небольшую величину	Снижается на небольшую величину
4.	Как изменяется относительная скорость потока w в НА компрессора?				
	1	2	3	4	5
	Растет	Снижается	Не меняется (не существует)	Расчет на небольшую величину	Снижается на небольшую величину
5.	Какое воздействие на рабочий процесс компрессора оказывает окружающая среда, действующая на лопатку РК со стороны потока?				
	1	2	3	4	5
	Подводит механическую энергию к потоку	Отбирает механическую энергию от потока	Увеличивает давление	Проталкивает рабочее тело	Преобразует избыточную потенциальную энергию в потенциальную энергию сил давления
6.	Запишите уравнение энергии в механической форме в абсолютном движении для центробежного компрессора.				
	1	2	3	4	5
	$L_{TK} = \int_1^2 \frac{dp}{\rho} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + L_r$	$\int_1^2 \frac{dp}{\rho} = \frac{u_2^2 - u_1^2}{2} + \frac{w_1^2 - w_2^2}{2} - L_r$	$\int_2^1 \frac{dp}{\rho} = L_{TK} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + L_r$	$\int_2^1 \frac{dp}{\rho} = \frac{u_1^2 - u_2^2}{2} + \frac{w_2^2 - w_1^2}{2} + L_r$	$L_T = u_2 c_{2u} - u_1 \cdot c_{1u}$
7.	Запишите уравнение энергии в механической форме в относительном движении для центробежного компрессора?				
	1	2	3	4	5
	$L_T = \int_1^2 \frac{dp}{\rho} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + L_r$	$\int_2^1 \frac{dp}{\rho} = \frac{u_1^2 - u_2^2}{2} + \frac{w_2^2 - w_1^2}{2} + L_r$	$\int_2^1 \frac{dp}{\rho} = \frac{w_2^2 - w_1^2}{2} + L_r$	$\int_1^2 \frac{dp}{\rho} = \frac{w_1^2 - w_2^2}{2} - L_r$	$\int_1^2 \frac{dp}{\rho} = \frac{u_2^2 - u_1^2}{2} + \frac{w_1^2 - w_2^2}{2} - L_r$
8.	Какие из перечисленных элементов могут входить в ступень центробежного компрессора?				
	1	2	3	4	5

	Входной направляющий аппарат	Сопловой аппарат	Выходной диффузор	Улитка	Рабочее колесо
9.	Какие скорости определяют расход рабочего тела в центробежном компрессоре?				
	1	2	3	4	5
	Осевая проекция абсолютной скорости	Окружная скорость	Абсолютная скорость	Тангенциальная проекция окружной скорости	Радиальная проекция абсолютной скорости
10.	Запишите уравнение моментов количества движения (Эйлера) для центробежного компрессора.				
	1	2	3	4	5
	$M_{кр} = \frac{(m_r c_u r)_{t+dt}}{dt} -$	$L_T = (w_{2u} - w_{1u}) \cdot u$	$L_T = (w_{1u} - w_{2u}) \cdot u$	$L_T = u_1 c_{1u} - u_2 \cdot c_{2u}$	$L_T = u_2 c_{2u} - u_1 \cdot c_{1u}$
11.	Что не позволяет безгранично увеличивать работу, отбираемую в РК компрессора?				
	1	2	3	4	5
	Большие газовые силы, действующие на лопатки	Большие центробежные силы, действующие на лопатки	Большая вероятность отрыва потока при его повороте	Высокий нагрев рабочего тела	Невозможность потребить произведенную работу
12.	Почему угол поворота потока в лопаточном венце компрессора ограничен?				
	1	2	3	4	5
	Большие газовые силы, действующие на лопатки	Большие центробежные силы, действующие на лопатки	Большая вероятность отрыва потока при его повороте	Высокий нагрев рабочего тела	Невозможность потребить произведенную работу
13.	Как меняется полное давление в ступени активного компрессора?				
	1	2	3	4	5
					
14.	Как меняется статическое давление в ступени чисто реактивного компрессора?				
	1	2	3	4	5
					
15.	Дайте определение КПД компрессора.				
	1	2	3	4	5
	Отношение работы идеального сжа-	Отношение работы идеального сжа-	Отношение работы ответвленной меха-	Отношение работы подведенной меха-	Отношение работы ответвленной меха-

	тия рабочего тела к подведенной механической энергии	тия рабочего тела к отведенной механической энергии	нической энергии к работе идеального сжатия	нической энергии к работе идеального сжатия	нической энергии к работе идеального расширения
16.	Из каких элементов состоит ступень осевой турбины?				
	1	2	3	4	5
	Входной направляющий аппарат	Сопловой аппарат	Выходной диффузор	Улитка	Рабочее колесо
17.	Как организуется процесс ускорения рабочего тела в СА?				
	1	2	3	4	5
	За счет увеличения высоты лопатки	За счет диффузорной формы межлопаточного канала	За счет конфузорной формы межлопаточного канала	За счет обтекания крыловидных в профиле лопаток	За счет поворота потока в межлопаточном канале
18.	Какую функцию выполняет РК турбины?				
	1	2	3	4	5
	Расширяет газ	Ускоряет поток	Отбирает механическую энергию от потока	Создает закрутку потока на входе в РК	Увеличивает высоту лопатки
19.	Как изменяется давление заторможенного потока в СА турбины?				
	1	2	3	4	5
	Растет	Снижается	Не меняется или не существует	Расчет на небольшую величину	Снижается на небольшую величину
20.	Чем определяется величина работы расширения газа в турбине?				
	1	2	3	4	5
	Температурой рабочего тела	Частотой вращения ротора	Степенью расширения газов	Изменением закрутки потока	Потерями энергии
21.	Каким образом уменьшение частоты вращения влияет на рабочий процесс РК турбины?				
	1	2	3	4	5
	Увеличится работа, подводимая одной ступенью	Уменьшится работа, подводимая одной ступенью	Существенно увеличится вероятность отрыва потока в межлопаточном канале	Существенно уменьшатся вероятность отрыва потока в межлопаточном канале	Увеличатся центробежные силы, действующие на лопатку
22.	Почему угол поворота потока в турбинной решётке может достигать больших значений?				
	1	2	3	4	5
	Из-за больших центробежных сил, действующих на лопатку	Из-за стабильности (не склонности к отрывам) течения в диффузорном канале	Из-за неустойчивости (склонности к отрывам) течения в конфузорном канале	Из-за неустойчивости (склонности к отрывам) течения в диффузорном канале	Из-за стабильности (не склонности к отрывам) течения в конфузорном канале

	Что такое работа объемного расширения в турбине ΔL_p ?				
	1	2	3	4	5
	23.	Дополнительная работа, которую необходимо затратить из-за того, что расширяется более нагретый из-за потерь газ	Дополнительная полезная работа, которую можно получить из-за того, что расширяется более нагретый из-за потерь газ	Дополнительная работа, которую необходимо затратить из-за сжатия более нагретого из-за потерь газа	Величина снижения подводимой работы из-за того, что нагретое из-за потерь рабочее тело легче сжать
	Работа, связанная с изменением объема рабочего тела при расширении				
	1	2	3	4	5
	24.	Отношение работы идеального сжатия рабочего тела к подведенной механической энергии	Отношение работы идеального сжатия рабочего тела к отведенной механической энергии	Отношение работы отведенной механической энергии к работе идеального сжатия	Отношение работы подведенной механической энергии к работе идеального сжатия
	Дайте определение КПД турбины.				
	1	2	3	4	5
					Отношение работы отведенной механической энергии к работе идеального расширения

Ключ теста

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	3	3	1	1	5	1,4,5	1,5	5
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2,3	3	5	3	1	2,5	3	3	5	1,3
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2	5	2	5						

Тема 4 - Характеристики турбомашин

	Дайте определение характеристике компрессора.				
	1	2	3	4	5
	1.	Зависимость параметров, характеризующих режим работы компрессора, от параметров, характеризующих его работу	Зависимость параметров, характеризующих режим работы компрессора, от параметров окружающей среды	Зависимость параметров, характеризующих работу компрессора, от параметров окружающей среды	Зависимость параметров, характеризующих работу компрессора, от параметров двигателя
	Почему при уменьшении расхода воздуха относительно расчетного значения КПД компрессора снижается?				
	1	2	3	4	5
	2.	Из-за отрыва со стороны спинки лопатки РК	Из-за повышенных пульсаций потока	Из-за уменьшения удельной работы, подводимой к единице массы	Из-за загромождения проходного сечения межлопаточного
	Из-за отрыва со стороны корытца лопатки РК				
	1	2	3	4	5

			потока	канала	
3.	Почему максимум степени повышения давления находится при расходах рабочего тела меньше расчетного?				
	1	2	3	4	5
	Т.к. при отклонении от расчетного режима удельная работа и потери энергии растут	Т.к. при отклонении от расчетного режима удельная работа и потери энергии снижаются	Т.к. при отклонении от расчетного режима удельная работа снижается, а потери энергии растут	Т.к. при отклонении от расчетного режима удельная работа расчет, а потери энергии уменьшаются	Магия
4.	Какова основная причина снижения КПД компрессора при отклонении расхода рабочего тела от расчетного значения?				
	1	2	3	4	5
	Отклонение угла атаки i от оптимального значения	Из-за снижения подводящей работы	Из-за сильного нагревания рабочего тела	Из-за запыления горла межлопаточного канала	Из-за увеличения центробежных нагрузок на ротор
5.	Что такое напорная характеристика?				
	1	2	3	4	5
	Зависимости $\pi_k^* = f(G_B)$ и $\eta_k = f(G_B)$, полученные при нескольких значениях частоты вращения	Зависимости $\pi_k^* = f(G_B)$ и $\eta_k = f(G_B)$, полученные при $n = const$	Зависимости $\pi_k^* = f(G_B)$ и $\eta_k = f(G_B)$, полученные при $G = const$	Зависимости $\pi_k^* = f(G_B)$ и $\eta_k = f(G_B)$, полученные при $T_{ex} = const$	Зависимости $\pi_k^* = f(G_B)$ и $\eta_k = f(G_B)$, полученные при $p_{ex} = const$
6.	При каких условиях два потока могут считаться подобными?				
	1	2	3	4	5
	Имеющие подобные геометрические размеры	Имеющие одинаковые параметры на выходе	Имеющие подобные силовые поля	Имеющие одинаковые параметры на входе	Имеющие подобные поля скоростей
7.	Для чего необходима характеристика турбины?				
	1	2	3	4	5
	Для изучения работы турбины в нерасчетных условиях	Для оценки запаса устойчивой работы	Для согласования работы турбины в составе двигателя	Для оценки надежности турбины	Для оценки эффективности турбины
8.	Как изменится пропускная способность турбины при увеличении частоты вращения?				
	1	2	3	4	5
	Уменьшится в незапертой области	Возрастет по всех характеристике	Уменьшится по всех характеристике	Возрастет в незапертой области	Никак
9.	Как изменяется КПД в зависимости от степени расширения газа в турбине?				
	1	2	3	4	5
	Уменьшается	Увеличивается	Не изменяется	Имеет максимум	Имеет минимум

				мум	мум
10.	Как изменится положение максимума КПД турбины при уменьшении частоты вращения РК?				
	1	2	3	4	5
	Сместиться вниз	Сместиться вверх	Сместиться вправо	Сместиться влево	Не измениться

Ключ теста

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	1	1	2	1,3,5	1,3	1	4	4

Тема 5 - Совместная работа компрессора и турбины в составе ГТД

1.	Назовите основные достоинства проточной части, выполненной по закону $D_k = const.$				
	1	2	3	4	5
	Меньшее число ступеней	Стабильный радиальный зазор	Одинаковые диски ротора	Большая высота лопатки на входе	Более простая конструкция статора
2.	Назовите основные достоинства проточной части, выполненной по закону $D_{вт} = const.$				
	1	2	3	4	5
	Меньшее число ступеней	Стабильный радиальный зазор	Одинаковые диски ротора	Большая высота лопатки на выходе	Более простая конструкция статора
3.	Назовите основные недостатки проточной части, выполненной по закону $D_{вт} = const.$				
	1	2	3	4	5
	Большее число ступеней	Нестабильная величина радиального зазора	Большие затраты на производство дисков	Малая высота лопаток на выходе	Сложная конструкция статора
4.	Назовите основные факторы, определяющие допускаемые напряжения в турбинных лопатках?				
	1	2	3	4	5
	Температура лопатки	Материал лопатки	Ресурс турбины	Высота лопатки	Частота вращения
5.	Какие факторы ограничивают значение относительного диаметра втулки компрессора $\bar{d}_i$ сверху?				
	1	2	3	4	5
	Размещение лопаток в диске	Прочность диска	Малая высота лопаток	Большие потери	Напряжения в лопатках
6.	Запишите уравнение баланса расходов для газогенератора.				
	1	2	3	4	5
	$q(\lambda_{ввд}) = \frac{\pi_{квд}^*}{\sqrt{T_{\Gamma}^*/T_{ввд}^*}} A$	$l_{квд} = \frac{T_{\Gamma}^*}{T_{ввд}^*} l_{твд} \cdot B$	$q(\lambda_{ввд}) = \frac{\pi_{квд}^*}{\sqrt{l_{квд}}} C$	$q(\lambda_{в}) = q(\lambda_{ввд}) = \frac{\pi_{квд}^*}{\sqrt{1 + l_{кнд}}} (m + 1) \frac{F_{ввд}}{F_{в}}$	$\frac{l_{кнд}}{1 + l_{кнд}} (m + 1) = \frac{T_{\Gamma}^*}{T_{ввд}^*} (1 - l_{твд}) l_{тнд} D$

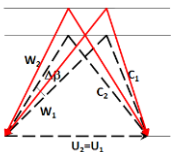
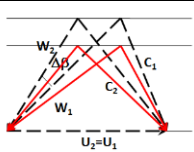
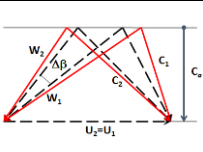
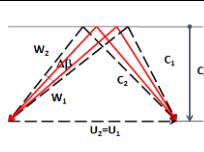
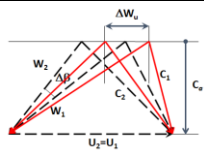
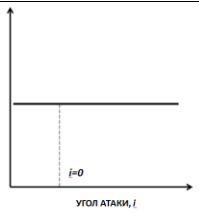
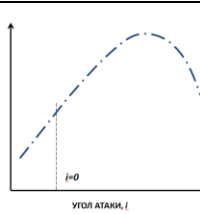
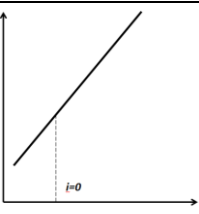
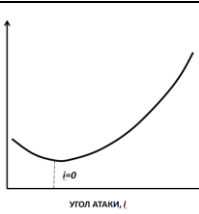
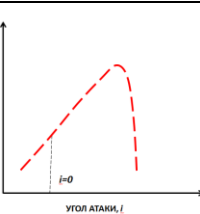
7.	Запишите уравнение баланса мощности каскада НД				
	1	2	3	4	5
	$q(\lambda_{\text{ВВД}}) = \frac{\pi_{\text{КВД}}^*}{\sqrt{T_{\text{Г}}^*/T_{\text{ВВД}}^*}} A$	$l_{\text{КВД}} = \frac{T_{\text{Г}}^*}{T_{\text{ВВД}}^*} l_{\text{ТВД}} \cdot B$	$q(\lambda_{\text{ВВД}}) = \frac{\pi_{\text{КВД}}^*}{\sqrt{l_{\text{КВД}}}} C$	$q(\lambda_{\text{В}}) = q(\lambda_{\text{ВВД}}) = \frac{\pi_{\text{КВД}}^*}{\sqrt{1+l_{\text{КВД}}}} (m + 1) \frac{F_{\text{ВВД}}}{F_{\text{В}}}$	$\frac{l_{\text{КВД}}}{1+l_{\text{КВД}}} (m + 1) = \frac{T_{\text{Г}}^*}{T_{\text{ВВД}}^*} (1 - l_{\text{ТВД}}) l_{\text{ТНД}} D$
8.	Где находятся рабочие точки на характеристике компрессора ГТД с одним управляющим фактором?				
	1	2	3	4	5
	На вертикальной линии	На напорной ветке, соответствующей проектной частоте вращения	На горизонтальной линии	На линии постоянных пропускных способностей камеры сгорания	На линии совместной работы
9.	Что такое линия совместной работы узлов?				
	1	2	3	4	5
	Геометрическое место точек на характеристике компрессора, удовлетворяющих условиям совместной работы двигателя	Геометрическое место точек на характеристике компрессора, соответствующим режимам с максимальной эффективностью	Геометрическое место точек на характеристике компрессора, обладающих оптимальными запасами устойчивой работы	Геометрическое место точек на характеристике компрессора, соответствующих режимам работы с одинаковыми нагрузками на ротор	Геометрическое место точек на характеристике компрессора, в которых расход рабочего тела через компрессор соответствует расходам через турбину
10.	Какие глобальные условия выполняются в выполненном двигателе?				
	1	2	3	4	5
	Равенство или соответствие частот вращения	Равенство напряжений в лопатках компрессора и турбины	Баланс мощностей	Постоянство свойств рабочего тела во всех элементах двигателя	Баланс расходов
11.	Как изменится положение рабочей точки на характеристике компрессора при повышении режима работы?				
	1	2	3	4	5
	Сместится к точке максимального КПД	Сместится вдоль напорной линии вверх	Сместится горизонтально в сторону больших расходов	Сместится вертикально вверх	Сместится вверх вдоль линии совместной работы

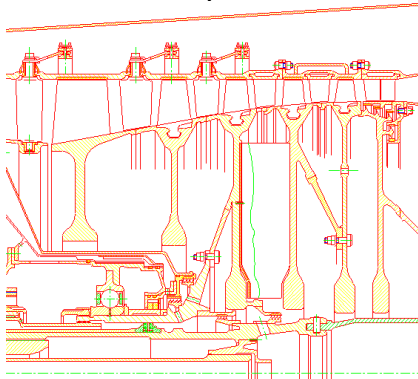
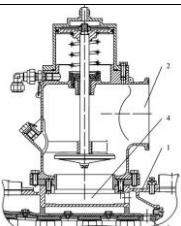
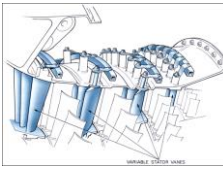
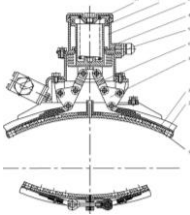
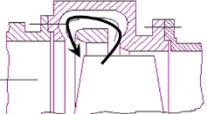
Ключ теста

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,2,5	3,4	3,2,5	1,2,3	3,4	1	5	5	1	1,2,5
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

5									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Тема 6 - Вопросы проектирования ступени осевого компрессора

1.	Как меняется КПД компрессора при изменении коэффициента нагрузки L_T/u^2 при $c_a/u = const$?				
	1	2	3	4	5
	Растёт	Снижается	Не меняется	Имеет максимум	Имеет минимум
2.	Как меняется план скоростей компрессора при уменьшении коэффициента расхода при $L_T/u^2 = const$? (исходный план скоростей - пунктир)				
	1	2	3	4	5
					
3.	Какая закрутка считается отрицательной?				
	1	2	3	4	5
	Любая	Противоположная по направлению с окружной скоростью	Уменьшающая КПД	Уменьшающая степень повышения давления	Уменьшающая расход воздуха через компрессор
4.	Что влияет на величину угла поворота потока в компрессорной решетке (в общем)?				
	1	2	3	4	5
	Геометрический угол поворота решетки	Значение входного конструктивного угла	Угол отставания потока	Угол атаки	Скорость потока на входе
5.	Изобразите зависимость потерь энергии в компрессорной решетке от угла атаки				
	1	2	3	4	5
					
6.	Как меняется относительная скорость на входе в РК w_1 по высоте лопатки?				
	1	2	3	4	5
	Растет	Уменьшается	Не меняется	Имеет минимум	Имеет максимум
7.	Как соотносятся работы вращения вала многоступенчатого компрессора и ступеней, из которых она состоит?				
	1	2	3	4	5
	Работа многоступенчатого компрессора равна сумме работ ступеней	Работа многоступенчатого компрессора равна произведению работ ступеней	Работа многоступенчатого компрессора равна среднему арифметическому работ ступеней	Работа многоступенчатого компрессора больше суммы работ ступеней	Работа многоступенчатого компрессора меньше суммы работ ступеней
8.	Какой из каскадов компрессора имеет большую частоту вращения?				

	1	2	3	4	5
	КВД	КСД	КНД	у всех каскадов одинаковая частота вращения роторов	Все зависит от конкретной ситуации
9.	Какой вид неравномерности более опасен для рабочего процесса компрессора?				
	1	2	3	4	5
	Окружная	Радиальная	Диагональная	Опасность перечисленных неравномерностей одинакова	Все зависит от конкретной ситуации
10.	Отрыв на каких ступенях более опасен для рабочего процесса многоступенчатого компрессора?				
	1	2	3	4	5
	первых	средних	последних	на всех	отрыв не опасен
11.	За счет чего улучшается работа первых ступеней при использовании поворотных направляющих лопаток?				
	1	2	3	4	5
	За счет увеличения осевой скорости первых ступеней	За счет изменения угла входа потока в РК в абсолютном движении	За счет увеличения осевой скорости последних ступеней	За счет увеличения окружной скорости	За счет уменьшения окружной скорости
12.	Какие способы улучшения устойчивой работы вы видите на приведенном компрессоре?				
					
	1	2	3	4	5
	Поворотные лопатки НА	Клапаны перепуска воздуха	Разделение на каскады	Никакой из перечисленных	Щелевой перепуск воздуха
13.	Укажите на рисунке щелевой перепуск воздуха				
	1	2	3	4	5
					
14	Как изменяется план скоростей на средних ступенях многоступенчатого компрес-				

сора при уменьшении частоты вращения ротора? (пунктир – исходный план скоростей)				
1	2	3	4	5

Ключ теста

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	2	2	1,3,4	4	1	1	1	1	3
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	1	5	2	4					

Тема 7 - Вопросы проектирования ступени осевой турбины

1.	Какие важнейшие параметры турбины определяют его эффективность и рабочий процесс?				
	1	2	3	4	5
	Степень расширения газа	Коэффициент нагрузки	Коэффициент расхода	Расход рабочего тела	Степень реактивности
2.	Как меняется КПД турбины при увеличении коэффициента нагрузки L_T/u^2 при $c_a/u = const$ в диапазоне $L_T/u^2 < 1$?				
	1	2	3	4	5
	Растет	Снижается	Имеет максимум	Имеет минимум	Не меняется
3.	Как изменится оптимальное значение Y_T при увеличении степени реактивности?				
	1	2	3	4	5
	Увеличится	Не изменится	Уменьшится	Зависит от конкретных условий	Возрастет, потом уменьшится
4.	Как изменится оптимальное значение Y_T при уменьшении степени реактивности?				
	1	2	3	4	5
	Увеличится	Не изменится	Уменьшится	Зависит от конкретных условий	Возрастет, потом уменьшится
5.	Как меняются потери с выходной скоростью при изменении параметра нагруженности Y_T ?				
	1	2	3	4	5
6.	Откуда возникает окружная составляющая силы, действующей на рабочую лопатку осевой турбины?				
	1	2	3	4	5
	Из-за разности давления между спиной и	Из-за действия силы Кориолиса	Из-за обтекания крыловидного профиля	Из-за уменьшения температуры при рас-	Магия

	корытцем		потоком газ	ширении газ	
7.	Процесс в каком диффузорном участке наиболее опасен для рабочего процесса турбины?				
	1	2	3	4	5
	Корытце у входной кромки	Корытце у выходной кромки	Спинка у входной кромки	Спинка у выходной кромки	Нив одном из перечисленных
8.	Каково оптимальное значение числа Цвайфеля для большинства турбин?				
	1	2	3	4	5
	0	0,5	0,8	0,95	1,2
9.	Чему равен угол выхода потока в сверхзвуковых турбинных решетках?				
	1	2	3	4	5
	Выходному конструктивному углу	Эффективному углу на выходе из решетки	Сумме эффективного угла и угла отклонения потока	Углу отклонения потока	Разности эффективного и конструктивного углов
10.	При каких условиях угол выхода потока на выходе из СА турбины α_1 будет равен величине эффективного угла $\alpha_{1\text{эф}}$?				
	1	2	3	4	5
	0	$\lambda < 1$	$\lambda = 1$	$\lambda > 1$	Никогда
11.	Почему лопатка турбины закручена по высоте?				
	1	2	3	4	5
	Из-за изменения окружной скорости	Из-за изменения осевой (расходной) скорости	Из-за изменения абсолютной скорости потока на входе	Из-за изменения относительной скорости на входе	Из-за завихрения потока, вызванного вращением РК
12.	Почему закон закрутки $\alpha = \text{const}$ широко применяется в турбинах?				
	1	2	3	4	5
	Требования достижение высокого КПД	Высокий ресурс лопаток	Высокая прочность лопаток	Технологичность лопаток	Традиция

Ключ теста

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,3,5	1	1	3	2	1,3	4	3	3	3
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	4								

Тема 8 - Потери энергии в проточной части турбомашин и пути их снижения

1.	Почему в каналах с большими лопатками потери энергии меньше, чем в каналах с малыми лопатками?				
	1	2	3	4	5
	Из-за отрывов потока	Из-за увеличения относительной доли пограничного слоя в потоке	Из-за увеличения потерь в радиальном зазоре	Из-за увеличения потерь в осевом зазоре	Из-за увеличения вторичных потерь
2.	Поясните физический смысл парного вихря.				
	1	2	3	4	5

	Это потери энергии, связанные с преодолением трения между слоями газа	Это потери энергии, связанные с затратами энергии на образование закрочных следов	Это потери энергии, связанные с образованием скачков уплотнений	Это потери энергии, связанные затратами энергии на образование и поддержание вихрей у входных кромок	Это потери энергии, связанные с двух вихревых структур вблизи стыка спинки с концевыми поверхностями
3.	Поясните физический смысл потерь в радиальном зазоре лопатки с бандажом.				
	1	2	3	4	5
	Это потери энергии, связанные с перетечкой рабочего тела над верхним торцом рабочей лопатки и взаимодействием этой структуры с парным вихрем	Это потери энергии, связанные с образованием вихревой структуры вблизи входной кромки лопатки у концевых поверхностей и взаимодействием этой структуры с парным вихрем	Это потери энергии, вызванные с окружной неравномерностью параметров рабочего тела на входе в лопаточный венец	Это потери энергии, связанные с перетеканием рабочего тела над бандажной полкой	Это потери энергии, связанные преодолением сил трения в при трактовых полостях и затратами энергии на образование вихревых структур там
4.	Какие мероприятия могут уменьшить потери на отрыв?				
	1	2	3	4	5
	Уменьшение толщины выходной кромки	Увеличение толщины входной кромки	Уменьшение шероховатости	Увеличение скорости потока	Специальные методы профилирования
5.	Какие факторы оказывают наибольшее влияние на потери, связанные с отрывом?				
	1	2	3	4	5
	Угол атаки	Скорость в межлопаточном канале	Форма концевых стенок	Толщина выходной кромки	Относительная высота лопатки
6.	Какие факторы оказывают наибольшее влияние на потери в осевом зазоре?				
	1	2	3	4	5
	Расход охлаждаителя	Размеры при трактовой полости	Относительная величина осевого зазора	Относительная величина радиального зазора	Относительная высота лопатки
7.	Какие факторы оказывают наибольшее влияние на потери, связанные с охлаждением?				
	1	2	3	4	5
	Расход охлаждаителя	Размеры при трактовой полости	Относительная величина осевого зазора	Относительная величина радиального зазора	Относительная высота лопатки
8.	В каком месте могут возникать скачки уплотнения в компрессорном лопаточном венце?				

	1	2	3	4	5
	Во всем канале	Перед входной кромкой	Вблизи выходной кромки	В радиальном зазоре	В середине межлопаточного канала
9.	При каких приведенных скоростях потока наблюдается минимум профильных потерь?				
	1	2	3	4	5
	0,1	0,5	0,9	1	1,5
10.	На снижение какого вида потерь направлено использование систем обдува статора воздухом?				
	1	2	3	4	5
	Потери в радиальном зазоре	Вторичные потери	Потери трения	Волновые потери	Потери, связанные с осевым зазором

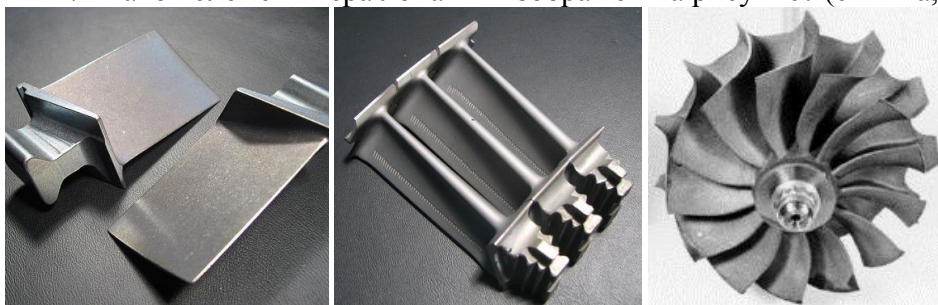
Ключ теста

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,3,5	5	1	2	1	3	1	2	3	1

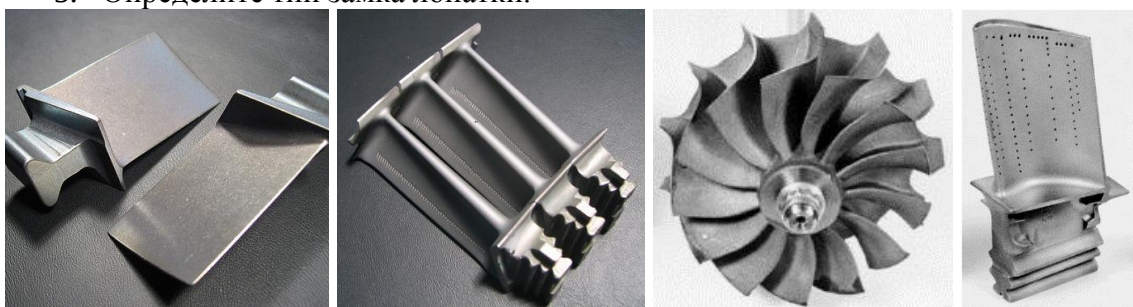
Примеры вопросов к контрольным

Тема 1 - Общие сведения о лопаточных машинах и терминология

1. Назовите задачи, которые выполняют турбомашин на борту самолета.
2. Назовите задачи, которые выполняют турбомашин в быту человека.
3. Какую основную функцию выполняет вентилятор?
4. Какой элемент пера лопатки изображен на рисунке? (спинка, корытце)?

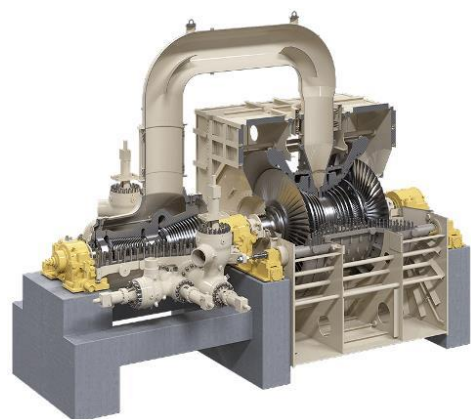
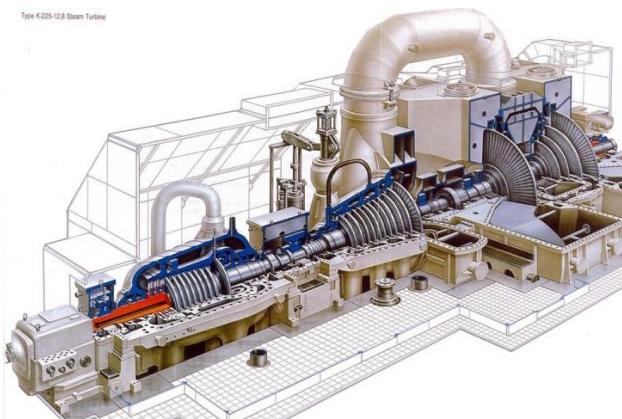
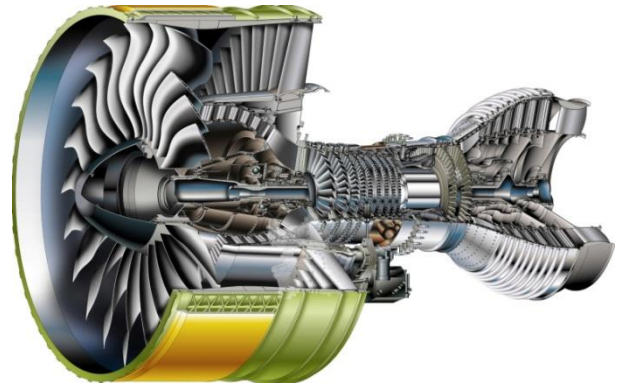
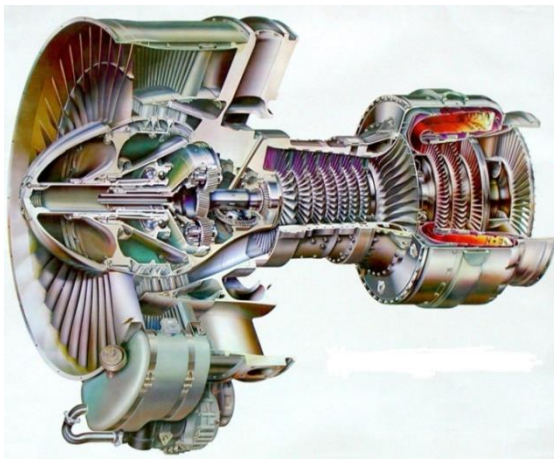
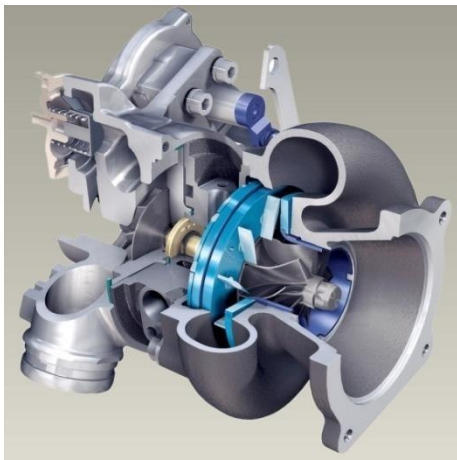


5. Определите тип замка лопатки.



6. Где применяются замки лопаток елочного типа?
7. К чему приводит установка бандаж на периферии лопаток турбомашин?
8. Почему в лопаточном диффузоре растет давление?
9. Расположите в порядке следования рабочего тела элементы ступени осевого компрессора.
10. Расположите в порядке следования рабочего тела элементы ступени центро-стремительной турбины.
11. Дайте определение термину «Угол изгиба профиля».

12. В чем принципиальное отличие осевых турбомашин от машин других типов?
13. Назовите недостатки осевых турбомашин?
14. Компрессоры какого типа целесообразно использовать в ГТД? Поясните свой ответ.
15. Турбины какого типа целесообразно использовать в паротурбинных установках? Поясните свой ответ.
16. Какой тип турбомшины позволяет получить максимальный КПД в одной ступени?
17. Какую функцию выполняет турбина в ЖРД?
18. Каким образом можно увеличить плотность рабочего тела на входе в цилиндр ДВС кроме сжатия в компрессоре?
19. Укажите место турбомшины в реализации термодинамического цикла паротурбинной установки.
20. Определите, что за изделие изображено на рисунке.



Тема 2 - Теоретические основы рабочего процесса турбомашин

1. Почему при рассмотрении рабочих процессов турбомашин обычно не учитывается теплообмен между потоком и стенками проточной части?
2. Запишите уравнение переносной скорости турбомашин.
3. Какие параметры описывают состояние жидкости или газа?
4. От чего зависит изобарная теплоемкость?
5. Какие параметры называются «параметрами торможения»?
6. От чего зависит величина скорости звука? Поясните свой ответ.
7. Почему площадь поперечного сечения проточной части турбины увеличивается к выходу?
8. Запишите уравнение энергии в механической форме в абсолютном движении для осевой турбины.
9. Куда, согласно уравнению Бернулли, расходуется энергия, полученная в результате расширения газа в турбине?
10. Почему степень повышения давления центробежного компрессора выше, чем у осевого?
11. С помощью какого критерия оценивается гидравлическое совершенство проточной части ротора?
12. Куда расходуется энергия расширения газа в РК центробежной турбины согласно уравнению энергии в механической форме в относительном движении?
13. Куда расходуется энергия расширения газа в РК осевой турбины согласно уравнению энергии в механической форме в относительном движении?
14. Что такое статический напор? Приведите соответствующее уравнение.
15. Зависит ли значение температуры заторможенного потока от гидравлических потерь? Поясните свой ответ.
16. В каких элементах турбины изменяется температура заторможенного потока? Поясните свой ответ.
17. В каких элементах турбины не изменяется температура заторможенного потока? Поясните свой ответ.
18. Запишите уравнение моментов количества движения (Эйлера) для осевой турбины.
19. Зависит ли работа, подводимая/отбираемая лопатками турбомашин от частоты вращения ротора? Поясните свой ответ.
20. Что не позволяет безгранично увеличивать работу, подводимую в РК компрессора? Поясните свой ответ.
21. Назовите примерную величину предельного угла поворота потока в компрессоре. Поясните свой ответ.
22. Каким образом уменьшение угла поворота потока в лопаточном венце влияет на рабочий процесс РК компрессора? Поясните свой ответ.
23. Почему величина угла поворота потока в лопаточном венце компрессора ограничена?
24. Что характеризует степень реактивности в турбине?
25. Каковы достоинства реактивных турбомашин?
26. При каком значении степени реактивности наблюдаются повышенные потери в НА/СА? Поясните свой ответ.
27. Принципиально изобразите, как меняется статическое давление в ступени чисто реактивного компрессора. Поясните свой ответ.
28. Принципиально изобразите, как меняется статическое давление в ступени активной турбины. Поясните свой ответ.
29. Принципиально изобразите, как меняется полное давление в ступени реактивной турбины. Поясните свой ответ.

30. Как в ступени активной турбомашины удастся реализовать процесс в РК без повышения давления. Изобразите ее схематично.
31. Что характеризует политропический КПД турбины? Приведите соответствующее уравнение.
32. На T-s диаграмме укажите линию, соответствующую реальному процессу сжатия в компрессоре. Поясните свой ответ.
33. На T-s диаграмме процесса сжатия укажите фигуру, соответствующую работе, затраченной на преодоление гидравлических потерь. Поясните свой ответ.
34. При каком условии существует слоистое течение?
35. Принципиально изобразите треугольники скоростей на входе и выходе РК турбомашин на расчетном режиме, зная форму лопатки. Поясните свой ответ.
36. Принципиально изобразите план скоростей для РК осевой турбины. Изобразите как он изменится при увеличении расхода воздуха на 10% при прочих равных условиях.
37. Принципиально изобразите план скоростей для РК осевой турбины. Изобразите как он изменится при увеличении угла входа потока в РК α_1 при прочих равных условиях. Поясните свой ответ.
38. Принципиально изобразите план скоростей для РК осевого компрессора. Изобразите как он изменится при уменьшении степени реактивности рст при прочих равных условиях. Поясните свой ответ.
39. Принципиально изобразите план скоростей для РК осевой турбины. Изобразите как он изменится при увеличении коэффициента напора при прочих равных условиях. Поясните свой ответ.
40. Какие переменные описывают рабочий процесс ступени турбомашин с постоянным средним диаметром и осевой скоростью? Поясните свой ответ.

Тема 3 - Принцип действия турбомашин

1. Дайте определение лопаточного компрессора?
2. Как изменяется статическая температура в НА компрессора? Поясните ответ.
3. Как изменяется давление заторможенного потока в РК компрессора? Поясните ответ.
4. Как изменяется температура заторможенного потока в НА компрессора? Поясните ответ.
5. Как изменяется абсолютная скорость потока с в РК компрессора? Поясните ответ.
6. Какой тип компрессора обеспечивает получение большей степени сжатия в одной ступени? Почему?
7. Будет ли компрессор повышать давление без РК? Поясните ответ.
8. Назовите основные недостатки центробежного компрессора?
9. Какая скорость определяет расход рабочего тела на выходе из РК ЦБК? Поясните свой ответ.
10. Почему угол поворота потока в лопаточном венце компрессора ограничен?
11. Каким образом уменьшение угла поворота потока в лопаточном венце влияет на рабочий процесс РК компрессора? Поясните свой ответ.
12. Каким образом увеличение частоты вращения влияет на рабочий процесс РК компрессора? Поясните свой ответ.
13. Как меняется полное давление в ступени компрессора с отрицательной реактивностью? Поясните свой ответ.
14. Что такое работа объемного сжатия в компрессоре ΔL_v ?
15. Какой лопаточный венец устанавливается первым в ступени турбины?
16. Можно ли полностью устранить потери с выходной скоростью в ступени турбины?
17. Почему высота лопатки турбины увеличивается к выходу?

18. Почему на поверхности лопатки турбины возникает разность давлений?
19. Как трение в проточной части влияет на рабочий процесс турбины?
20. Как изменяется статическое давление в РК турбины? Поясните свой ответ.
21. Как увеличить работу ступени турбины? Поясните свой ответ.
22. Каким образом увеличение угла поворота потока в лопаточном венце влияет на рабочий процесс РК турбины? Поясните свой ответ.
23. Каким образом увеличение частоты вращения влияет на рабочий процесс РК турбины? Поясните свой ответ.
24. Как меняется полное давление в ступени турбины со степенью реактивности более 1? Поясните свой ответ.
25. Что такое работа объемного расширения в турбине ΔL_v ?

Тема 4 - Характеристики турбомашин

1. Дайте определение характеристике компрессора.
2. Почему при уменьшении расхода воздуха относительно расчетного значения КПД компрессора снижается?
3. Почему максимум степени повышения давления находится при расходах рабочего тела меньше расчетного?
4. Каковы причины снижения КПД компрессора при отклонении расхода рабочего тела от расчетного значения?
5. Что такое напорная характеристика?
6. Зачем характеристики компрессора выполняют в универсальных параметрах?
7. Дайте определение характеристики турбины.
8. Что означает фраза «турбина заперта»?
9. Как изменится пропускная способность турбины при уменьшении частоты вращения? Поясните свой ответ.
10. Как изменяется КПД в зависимости от степени расширения газа в турбине? Поясните свой ответ.

Тема 5 - Совместная работа компрессора и турбины в составе ГТД

1. Какие факторы ограничивают значение относительного диаметра втулки компрессора $\bar{d}_i$ снизу?
2. Какие факторы ограничивают значение параметра D_{cp}/h_l в турбине снизу?
3. Почему в турбомашинах ограничивается минимальная высота лопаток?
4. Каково допустимое значение коэффициента прочности лопаток турбины при расчете проточной части?
5. Какие напряжения в лопатках определяют преобладающими в турбинных лопатках? Поясните свой ответ.
6. Запишите уравнение баланса расходов для газогенератора.
7. Где находятся рабочие точки на характеристике компрессора ВД ГТД с одним управляющим фактором? Поясните свой ответ.
8. Что такое линия совместной работы узлов?
9. Как изменится положение линии совместной работы при регулировании сопла? Поясните свой ответ.
10. Где находятся рабочие точки на характеристике компрессора НД ГТД с одним управляющим фактором? Поясните свой ответ.

Тема 6 - Вопросы проектирования ступени осевого компрессора

1. Как меняется КПД компрессора при изменении коэффициента нагрузки L_T/u^2 при $c_a/u = const$? Поясните свой ответ.
2. Как меняется план скоростей компрессора при уменьшении коэффициента расхода при $L_T/u^2 = const$?
3. Какая закрутка считается положительной?
4. Как изменяется угол поворота потока с изменением угла атаки? Поясните свой ответ.

5. Для чего необходим закон закрутки?
6. Каковы недостатки закона закрутки $\rho_{ст} = const$?
7. По каким причинам имеют место большие потери на первых ступенях?
8. Каковы негативные аспекты разделения ГТД на каскады?
9. Принципиально изобразите каким образом обычно распределяется работа между ступенями многокаскадного компрессора? Поясните свой ответ.
10. Какой вид неравномерности более опасен для рабочего процесса компрессора? Поясните свой ответ.
11. Какие мероприятия позволяют уменьшить потери от вращающегося срыва?
12. Почему отрыв с последних ступеней более опасен для рабочего процесса компрессора?
13. За счет чего улучшается работа последних ступеней при использовании поворотных направляющих лопаток?
14. Как изменяется план скоростей на последних ступенях многоступенчатого компрессора при уменьшении частоты вращения ротора? Поясните свой ответ.
15. Каким образом изменится план скоростей на первой ступени многоступенчатого компрессора при введении перепуска воздуха? Поясните свой ответ.
16. Каким образом изменится план скоростей на последней ступени многоступенчатого компрессора при разделении его на 2 каскада? Поясните свой ответ.

Тема 7 - Вопросы проектирования ступени осевой турбины

1. Какие важнейшие параметры турбины определяют его эффективность и рабочий процесс? Поясните свой ответ.
2. Как меняется КПД турбины при увеличении коэффициента нагрузки L_T/u^2 при $c_a/u = const$ в диапазоне $L_T/u^2 < 1$? Поясните свой ответ.
3. Как изменится оптимальное значение Y_T при увеличении степени реактивности? Поясните свой ответ.
4. Как изменится оптимальное значение Y_T при уменьшении степени реактивности? Поясните свой ответ.
5. В каком диапазоне изменяется коэффициент скорости турбинной решетки? Поясните свой ответ.
6. Какие виды потерь уменьшаются при увеличении числа лопаток турбины (при сохранении работы)? Поясните свой ответ.
7. Чем опасны значительные диффузорные участки в межлопаточных каналах турбины? Поясните свой ответ.
8. Как соотносятся эффективный угол и угол выхода потока в дозвуковых турбинных решетках? Поясните свой ответ.
9. При каких условиях угол выхода потока на выходе из РК турбины β_2 будет более величины эффективного угла $\beta_{2эф}$? Поясните свой ответ.
10. Какие факторы влияют на выбор закона закрутки?
11. Каковы основные достоинства закона закрутки $\alpha = const$ в турбине?
12. Как соотносятся КПД многоступенчатой турбины и КПД отдельных ступеней, из которых она состоит? Поясните свой ответ.

Тема 8 - Потери энергии в проточной части турбомашин и пути их снижения

1. Почему в каналах с большими лопатками потери энергии меньше, чем в каналах с малыми лопатками? Поясните свой ответ.
2. Поясните физический смысл парного вихря.
3. Поясните физический смысл потерь в радиальном зазоре лопатки с бандажом.
4. Какие мероприятия могут уменьшить кромочные потери? Поясните как они действуют.
5. Какие факторы оказывают наибольшее влияние на волновые потери? Поясните свой ответ.
6. Какие факторы оказывают наибольшее влияние на потери в радиальном зазо-

ре? Поясните свой ответ.

7. Какие факторы оказывают наибольшее влияние на дисковые потери? Поясните свой ответ.
8. Почему отрывы потока в турбине менее опасны, чем в компрессоре? Поясните свой ответ.
9. В каком месте могут возникать скачки уплотнения в компрессорном лопаточном венце? Поясните свой ответ.
10. На снижение какого вида потерь направлено использование несимметричных концевых стенок? Поясните свой ответ.

Критерии оценки контрольной работы с вопросами, подразумевающими развернутые ответы:

8-10 баллов - если обучающийся показал развернутые прочные (сформированные систематические знания) знания теоретического материала;

6-8 баллов - если обучающийся показал неполные (сформированные, но содержащие отдельные пробелы) знания теоретического материала;

4-6 баллов - если обучающийся показал общие, не структурированные знания теоретического материала;

2-4 балла - если обучающийся показал фрагментарные знания теоретического материала (односложный ответ);

0-2 балла - отсутствие ответа или ответ не относящийся к поставленному вопросу.

Примеры вопросов к лабораторным работам;

«Лопаточные машины газотурбинных двигателей их основные элементы». Примерный список вопросов к отчету: - Развернутые вопросы темы №1.

«Определение характеристик малоразмерной турбины». Примерный список вопросов к отчету:

1. Для чего нужна турбина? Каков принцип её действия?
2. Как меняются параметры газа в ступени турбины?
3. Какие факторы определяют режим работы турбины?
4. Что такое характеристика? Для чего нужны характеристики турбины?
5. Как влияет уровень потерь энергии в лопаточных венцах на КПД турбинной ступени?
6. Как изменится КПД ступени при изменении степени реактивности?
7. Объясните влияние параметра нагруженности на величину потерь энергии с выходной скоростью.
8. Объясните влияние параметра нагруженности на величину потерь энергии в рабочем колесе.
9. Из каких основных узлов состоит стенд для испытания микротурбин?
10. Объясните принцип работы тормозного устройства для испытания малоразмерной турбины.
11. С какой целью на экспериментальной установке одновременно применено и воздушное и магнитное торможение вала турбины?
12. Каким способом измеряется массовый расход рабочего тела через турбину?
13. Ухудшится ли качество измерений на испытательном стенде при износе подшипников ротора турбины? А при износе ножевых опор?
14. Каким образом измеряются на стенде термодинамические параметры рабочего тела?

«Расчетное определение характеристик ступени турбомшины с помощью методов вычислительной газовой динамики». Примерный список вопросов к отчету:

1. Какие граничные условия задаются при моделировании рабочего процесса ступени компрессора.
2. Какие граничные условия задаются при моделировании рабочего процесса ступени турбины.
3. Расскажите порядок численного моделирования рабочего процесса ступени турбомашин.
4. Как доказать адекватность результатов численного моделирования.
5. Какова последовательность обработки результатов вычисления для получения характеристики ступени компрессора.
6. Какова последовательность обработки результатов вычисления для получения характеристики ступени турбины.
7. Последовательность расчетного определения ступени компрессора.
8. Последовательность расчетного определения характеристик ступени турбины.
9. Последовательность расчетного определения характеристик ступени компрессора.
10. Сетка конечных элементов. Сточная сходимость.
11. Инструменты создания расчетной модели турбомашин.
12. Типовые граничные условия при моделировании турбомашин.

«Экспериментальное исследование кольцевых решеток центробежных микротурбин». Примерный список вопросов к отчету:

1. Объясните принцип действия преобразователя давления.
2. Объясните принцип действия расходомера.
3. Почему для измерения давления за решеткой СА в эксперименте применяется вакуумметр?
4. Объясните принцип измерения крутящего момента на колесе ловушке?
5. Каким образом в эксперименте определяется массовый расход воздуха через решетку G_b ?
6. Для чего нужно колесо – ловушка? Какие конструктивные особенности оно имеет в связи с этим?
7. Назовите основные недостатки и сложности экспериментального изучения рабочего процесса в лопаточном венце турбины авиационного ГТД.
8. Назовите основные недостатки и сложности экспериментального изучения рабочего процесса в лопаточном венце ЦСМТ.
9. Каким образом в эксперименте определяется коэффициент расхода μ_{CA} ? Какие измерения для этого нужно провести?
10. Каким образом в эксперименте определяется коэффициент скорости φ_{CA} ? Какие измерения для этого нужно провести?
11. Каким образом в эксперименте определяется угол выхода потока из решетки СА α_1 ? Какие измерения для этого нужно провести?
12. Для чего необходимо исследование рабочего процесса в лопаточных венцах турбины?
13. Перечислите основные виды потерь, имеющие место в лопаточном венце турбины.
14. Поясните физический смысл потерь на трение в пограничном слое.
15. Поясните физический смысл потерь на отрыв потока.
16. Поясните физический смысл кромочных потерь.
17. Поясните физический смысл волновых потерь.
18. Поясните физический смысл концевых потерь.
19. Поясните физический смысл вторичных потерь.
20. С помощью каких параметров оцениваются потери в решетках СА и РК?
21. Покажите, как связаны между собой коэффициент потерь и коэффициент скорости.
22. Какие виды потерь входят в состав профильных и концевых?

23. Какие факторы оказывает основное влияние на поведение зависимости $\varphi_{CA} = f(\lambda_{C_{1s}})$?
24. Как и почему влияет режим работы решетки СА на величину угла выхода потока α_1 ?
25. Что вызывают окружная и осевая проекции силы Р в лопатки СА?
26. Что обуславливает окружная и осевая составляющие силы Р лопатки РК турбины?
27. Почему реальный расход через лопаточный венец турбины меньше идеального?
28. Почему реальная скорость истечения газа на выходе из лопаточного венца турбины меньше идеальной?
29. Какие параметры потока необходимо определить для того, чтобы найти значение силы, действующей на лопатки?

«Численное моделирование рабочего процесса ступени лопаточной машины».

Примерный список вопросов к отчету:

1. Какие граничные условия задаются при моделировании рабочего процесса ступени компрессора.
2. Какие граничные условия задаются при моделировании рабочего процесса ступени турбины.
3. Расскажите порядок численного моделирования рабочего процесса ступени турбомашин.
4. Как доказать адекватность результатов численного моделирования.
5. Какова последовательность обработки результатов вычисления для получения характеристики ступени компрессора.
6. Какова последовательность обработки результатов вычисления для получения характеристики ступени турбины.
7. Последовательность расчетного определения ступени компрессора.
8. Последовательность расчетного определения характеристик ступени турбины.
9. Последовательность расчетного определения характеристик ступени компрессора.
10. Сетка конечных элементов. Сточная сходимость.
11. Инструменты создания расчетной модели турбомашин.
12. Типовые граничные условия при моделировании турбомашин.

«Исследование рабочего процесса и характеристик центробежного микрокомпрессора». Примерный список вопросов к отчету:

1. Каким типом двигателя приводится во вращение РК компрессора на экспериментальном стенде? Что еще может использоваться для этих целей?
2. Объясните принцип действия преобразователя давления.
3. Объясните принцип действия расходомера.
4. Каким образом в эксперименте находится степень сжатия π_k^* ?
5. Объясните принцип измерения частоты вращения РК компрессора.
6. Каким образом в эксперименте определяется массовый расход воздуха через компрессор G_g ?
7. Каким образом находится крутящий момент на РК турбины?
8. Каким образом можно найти мощность, развиваемую турбиной?
9. Каким образом в эксперименте оценивается значение КПД компрессора η_k ?
10. Назовите основные недостатки и сложности экспериментального изучения рабочего процесса компрессора.
11. Какие параметры необходимо измерить в ходе выполнения эксперимента для определения КПД η_k ?
12. Какие параметры необходимо измерить в ходе выполнения эксперимента для определения степени сжатия в компрессоре π_k^* ?

13. Почему при закрытии окна регулирующего расход частота вращения ротора увеличивается?
14. Дайте определение компрессора. Какие виды компрессоров вы знаете?
15. Каково принципиальное отличие между центробежным и осевым компрессором?
16. Какой тип компрессора обеспечивает получение большей степени сжатия? Почему?
17. Для чего нужно рабочее колесо компрессора?
18. Почему в компрессоре воздух движется из области меньшего давления в область повышенного давления?
19. В каком месте компрессора происходит повышение статического давления: во входном НА, РК, в выходной системе?
20. Сравните центробежные и осевые компрессоры. Назовите их достоинства и недостатки, области применения каждого типа компрессора.
21. За счет чего растет давление в РК осевого компрессора?
22. За счет чего растет давление в РК центробежного компрессора?
23. Поясните что такое кпд компрессора η_k .
24. За счет чего растет давление в лопаточном направляющем аппарате осевого компрессора?
25. За счет чего растет давление в щелевом диффузоре центробежного компрессора?
26. Дайте определение степени реактивности компрессора ρ_k . Что она характеризует?
27. Как и почему положительная закрутка потока влияет на кпд компрессора при неизменной частоте вращения?
28. Как и почему отрицательная закрутка потока влияет на кпд компрессора при неизменной частоте вращения?
29. Для чего применяется положительная закрутка потока на входе в РК?
30. Что определяет осевая составляющая скорости на входе в компрессор c_{1a} ?
31. На что влияет окружная скорость компрессора $U_{1(2)}$?
32. Изобразите схему передачи энергии в ступени компрессора от привода компрессора к лопаткам и далее.
33. Что представляют собой потери на дополнительное объемное сжатие?
34. Поясните физический смысл степени сжатия компрессора π_k^* .
35. Изобразите треугольники скоростей на входе в РК компрессора на втулочном, среднем и периферийном диаметрах.
36. Для чего на входе в РК компрессора устанавливается входной направляющий аппарат?
37. Каким образом влияет на степень сжатия в ступени компрессора π_k^* увеличение температуры воздуха на входе в компрессор T_6^* при неизменной подводимой мощности?
38. Каким образом и почему повлияет на степень сжатия в ступени компрессора π_k^* увеличение частоты вращения РК при прочих равных условиях?
39. Почему высота лопаток на входе в компрессор больше, чем на выходе?
40. Покажите на $p-v$ диаграмме идеальную и реальную работу сжатия, работу на преодоление сил трения и дополнительное объемное сжатие.
41. Покажите на $T-S$ диаграмме идеальную и реальную работу сжатия, работу на преодоление сил трения и дополнительное объемное сжатие.
42. Поясните сущность потерь на дополнительное объемное сжатие в компрессоре.
43. Каким образом в активных ступенях компрессора удастся обеспечить равенство относительных скоростей потока на входе и выходе РК.
44. Каким образом в чисто реактивных ступенях компрессора удастся обеспечить равенство относительных скоростей потока на входе и выходе НА.
45. При каких условиях и почему возможен выход компрессора на режим срыва?

46. Каковы причины отступления от расчетного режима работы компрессора в условиях эксплуатации?
47. Принципиально изобразите зависимость степени сжатия π_k^* компрессора от расхода воздуха через компрессор G_g . Поясните ее протекание?
48. Принципиально изобразите зависимость кпд компрессора η_k от расхода воздуха через компрессор G_g . Поясните ее протекание?
49. Принципиально изобразите, как изменится положение напорной линии при увеличении частоты вращения РК n . Поясните свой ответ.
50. Принципиально изобразите, как изменится положение напорной линии при уменьшении частоты вращения РК n . Поясните свой ответ.
51. Каким образом сделать так, чтобы характеристики были пригодными для сравнения двух компрессоров, испытанных в разных атмосферных условиях?
52. Почему максимум степени сжатия π_k^* наблюдается при меньших расходах воздуха через компрессор G_g , чем расчетный?
53. Каким образом оценивается запас устойчивой работы?

Критерии оценки контрольных вопросов при отчете лабораторной работы:

4 балла - если обучающийся показал развернутые прочные (сформированные систематические знания) знания теоретического материала;

3 балла - если обучающийся показал неполные (сформированные, но содержащие отдельные пробелы) знания теоретического материала;

2 балла - если обучающийся показал общие, не структурированные знания теоретического материала;

1 балл - если обучающийся показал фрагментарные знания теоретического материала (односложный ответ);

0 баллов - отсутствие ответа или ответ не относящийся к поставленному вопросу.

Примеры вопросов к практическим работам.

«Проектный расчет ступени лопаточной машины». Примерный список вопросов к отчету: - Развернутые вопросы темы №3.

«Выбор оптимальных параметров ступени лопаточной машины». Примерный список вопросов к отчету: - Развернутые вопросы темы №3.

«Согласование параметров турбокомпрессора». Примерный список вопросов к отчету: - Развернутые вопросы темы №5.

Критерии оценки контрольных вопросов при отчете практической работы:

8-10 баллов - если обучающийся показал развернутые прочные (сформированные систематические знания) знания теоретического материала;

6-8 баллов - если обучающийся показал неполные (сформированные, но содержащие отдельные пробелы) знания теоретического материала;

4-6 баллов - если обучающийся показал общие, не структурированные знания теоретического материала;

2-4 балла - если обучающийся показал фрагментарные знания теоретического материала (односложный ответ);

0-2 балла - отсутствие ответа или ответ не относящийся к поставленному вопросу.

Вопросы к экзамену (зачету)

1. Основные геометрические параметры турбомашин
2. Классификация турбомашин. Оптимальные турбомашин для различных областей применения.
3. Место лопаточных машин в ГТД

4. Место лопаточных машин в ЖРД
5. Место лопаточных машин в агрегатах наддува
6. Место лопаточных машин в промышленности
7. Классификация лопаточных машин. Какие лопаточные машины предпочтительно использовать в авиационных ГТД и агрегатах наддува ДВС?
8. Треугольники скоростей. Планы скоростей. Правила работы с планами скоростей.
9. Уравнение неразрывности. Форма проточной части компрессора.
10. Уравнение неразрывности. Форма проточной части турбины.
11. Уравнение энергии в механической форме в абсолютном движении. Следствия из него.
12. Уравнение энергии в механической форме в относительном движении. Следствия из него.
13. Уравнение энергии в тепловой форме.
14. Уравнение количества движения. Применение уравнения к рабочему процессу в компрессоре.
15. Уравнение количества движения. Применение уравнения к рабочему процессу в турбине.
16. Параметры торможения. Характерные скорости потока. Газодинамические функции.
17. Уравнение моментов количества движения и следствия из него.
18. Понятие степени реактивности. Особенности рабочего процесса ступеней турбомашин при различных значениях степени реактивности.
19. Понятие степени реактивности. Оптимальная степень реактивности.
20. Термодинамические процессы в ступени компрессора.
21. Термодинамические процессы в ступени турбины.
22. Уравнение радиального равновесия.
23. Безразмерные планы скоростей. Описание рабочего процесса ступени турбомашин с помощью безразмерных параметров.
24. Принцип действия ступени компрессора.
25. Изменение параметров потока в проточной части ступени компрессора.
26. Преобразование энергии в ступени компрессора. КПД компрессора.
27. Последовательность проектного расчета ступени турбомашин.
28. Напорная характеристика компрессора.
29. Влияние частоты вращения на напорную характеристику компрессора.
30. Представление характеристики компрессора в универсальном виде.
31. Принцип действия ступени турбины
32. Изменение параметров потока в проточной части ступени турбины
33. Преобразование энергии в ступени турбины. КПД турбины.
34. Расходная характеристика турбины.
35. КПД характеристика турбины.
36. Согласование работы компрессора и турбины при проектном расчете.
37. Совместная работа каскада ВД ГТД. Уравнение совместной работы каскада ВД.
38. Совместная работа каскада НД ГТД. Уравнение совместной работы каскада НД.
39. Оптимальная нагруженность и коэффициент расхода компрессора.
40. Закрутка потока на входе в ступени компрессора.
41. Изменение параметров потока по высоте лопатки компрессора. Законы закрутки компрессора.
42. Изменение параметров потока по высоте лопатки турбины Законы закрутки турбины.
43. Характеристика решетки осевого компрессора. Выбор угла атаки.
44. Многоступенчатые компрессоры. Связь параметров многоступенчатого компрессора и параметров ступени.

45. Распределения работ сжатия по ступеням однокаскадного компрессора.
46. Распределения работ сжатия по ступеням многокаскадного компрессора.
47. Изменение осевой скорости и степени реактивности по длине многоступенчатого компрессора.
48. Работа компрессора в условиях неравномерности на входе. Вращающийся срыв.
49. Работа многоступенчатого компрессора при изменении снижении частоты вращения.
50. Работа многоступенчатого компрессора при изменении увеличении частоты вращения.
51. Способы регулирования многоступенчатых компрессоров. Перепуск воздуха. Как он влияет на рабочий процесс компрессора.
52. Способы регулирования многоступенчатых компрессоров. Поворотные лопатки НА. Как они влияют на рабочий процесс компрессора.
53. Способы регулирования многоступенчатых компрессоров. Разделение компрессора на каскады. Как оно влияет на рабочий процесс компрессора.
54. Оптимальная нагруженность и коэффициент расхода турбины. Диаграмма Смита.
55. Зависимость КПД турбины от параметра нагруженности.
56. Понятие степени реактивности. Влияние степени реактивности на зависимость $\eta_T = f(u_1/c_1)$.
57. Газодинамическая нагруженность профиля турбинной лопатки и выбор числа лопаток.
58. Рабочий процесс в сопловом аппарате турбины.
59. Направление потока за турбинной решеткой.
60. Многоступенчатые турбины. Связь параметров многоступенчатой турбины и параметров ступени.
61. Изменение основных параметров по длине многоступенчатой турбины.
62. Потери энергии в лопаточном венце. Классификация потерь.
63. Профильные потери в лопаточном венце.
64. Концевые потери энергии в лопаточном венце.
65. Потери энергии в осевом зазоре и способы их снижения.
66. Потери энергии в радиальном зазоре и способы их снижения.
67. Дисковые потери. Потери, связанные с охлаждением.

Критерии оценки:

отлично – обучающийся смог показать прочные знания основных положений учебного материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных проблемных ситуаций;

хорошо – обучающийся смог показать прочные знания основных положений учебного материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных проблемных ситуаций;

удовлетворительно – обучающийся смог показать знания основных положений учебного материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных программой, обучающийся знаком с рекомендованной справочной литературой;

неудовлетворительно – при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебного материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой.

3. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Шкала и критерии оценивания сформированности компетенций

Планируемые образовательные результаты	Критерии оценивания результатов обучения, баллы				
	1	2	3	4	5
ПК-1 - Способность принимать участие в работах по расчету и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования					
знать: – базовые методы проектирования лопаточных машин ГТД; – методы экспериментального исследования лопаточных машин; – методы согласования рабочего процесса компрессора и турбины;	Отсутствие базовых знаний: – базовых методов проектирования лопаточных машин ГТД; – методов экспериментального исследования лопаточных машин; – методов согласования рабочего процесса компрессора и турбины	Фрагментарные знания: – базовых методов проектирования лопаточных машин ГТД; – методов экспериментального исследования лопаточных машин; – методов согласования рабочего процесса компрессора и турбины	Общие, но не структурированные знания: – базовых методов проектирования лопаточных машин ГТД; – методов экспериментального исследования лопаточных машин; – методов согласования рабочего процесса компрессора и турбины	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания: – базовые методы проектирования лопаточных машин ГТД; – методов экспериментального исследования лопаточных машин; – методов согласования рабочего процесса компрессора и турбины	Сформированные систематические знания: – базовых методов проектирования лопаточных машин ГТД; – методов экспериментального исследования лопаточных машин; – методов согласования рабочего процесса компрессора и турбины
уметь: – находить такую конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом действующих ограничений	Отсутствие умений: – находить такую конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом действующих ограничений	Частично освоенное умение: – находить такую конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом действующих	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение: – находить такую конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом дей-	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение: – находить такую конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом дей-	Сформированное умение: – находить такую конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом дей-

		ограничений	ствующих ограничений	ствующих ограничений	ограничений
владеть: – методами поиска конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом действующих ограничений	Отсутствие навыков владения: – методами поиска конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом действующих ограничений	Фрагментарные навыки владения: – методами поиска конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом действующих ограничений	В целом успешное, но не систематическое владение: – методами поиска конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом действующих ограничений	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы владения: – методами поиска конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом действующих ограничений	Успешное и систематическое применение: – методами поиска конфигурацию проточной части лопаточной машины, которая обеспечивает достижение максимальной эффективности с учетом действующих ограничений

ПК-4 Способность составлять описание принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений

знать: – основные типы турбомашин, применяемых в современной промышленности, их назначение и области применения; – требования, предъявляемые к лопаточным машинам ГТД; – схемы и принципы действия лопаточных машин основных типов, применяемых в ГТД; – типовые характеристики лопаточных машин ГТД	Отсутствие базовых знаний: – основных типов турбомашин, применяемых в современной промышленности, их назначение и области применения; – требований, предъявляемых к лопаточным машинам ГТД; – схем и принципов действия лопаточных машин ГТД;	Фрагментарные знания: – основных типов турбомашин, применяемых в современной промышленности, их назначение и области применения; – требований, предъявляемых к лопаточным машинам ГТД; – схем и принципов действия лопаточных машин ГТД;	Общие, но не структурированные знания: – основных типов турбомашин, применяемых в современной промышленности, их назначение и области применения; – требований, предъявляемых к лопаточным машинам ГТД; – схем и принципов действия лопаточных машин ГТД;	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания: – основных типов турбомашин, применяемых в современной промышленности, их назначение и области применения; – требований, предъявляемых к лопаточным машинам ГТД; – схем и принципов действия лопаточных машин ГТД;	Сформированные систематические знания: – основных типов турбомашин, применяемых в современной промышленности, их назначение и области применения; – требований, предъявляемых к лопаточным машинам ГТД; – схем и принципов действия лопаточных машин ГТД;
--	--	---	--	---	--

	паточных машин основных типов, применяемых в ГТД; – типовых характеристик лопаточных машин ГТД	принципов действия лопаточных машин основных типов, применяемых в ГТД; – типовых характеристик лопаточных машин ГТД	паточных машин основных типов, применяемых в ГТД; – типовых характеристик лопаточных машин ГТД	принципов действия лопаточных машин основных типов, применяемых в ГТД; – типовых характеристик лопаточных машин ГТД	машинам ГТД; – схем и принципов действия лопаточных машин основных типов, применяемых в ГТД; – типовых характеристик лопаточных машин ГТД
уметь: – анализировать рабочие процессы в проточной части лопаточных машин и их характеристик; – применять методы графического представления потоков в проточной части лопаточных машин, а также профилей лопаток при анализе рабочего процесса и характеристики лопаточных машин	Отсутствие умений: – анализировать рабочие процессы в проточной части лопаточных машин и их характеристик; – применять методы графического представления потоков в проточной части лопаточных машин, а также профилей лопаток при анализе рабочего процесса и характеристики лопаточных машин	Частично освоенное умение: – анализировать рабочие процессы в проточной части лопаточных машин и их характеристик; – применять методы графического представления потоков в проточной части лопаточных машин, а также профилей лопаток при анализе рабочего процесса и характеристики лопаточных машин	В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение: – анализировать рабочие процессы в проточной части лопаточных машин и их характеристик; – применять методы графического представления потоков в проточной части лопаточных машин, а также профилей лопаток при анализе рабочего процесса и характеристики лопаточных машин	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение: – анализировать рабочие процессы в проточной части лопаточных машин и их характеристик; – применять методы графического представления потоков в проточной части лопаточных машин, а также профилей лопаток при анализе рабочего процесса и характеристики лопаточных машин	Сформированное умение: – анализировать рабочие процессы в проточной части лопаточных машин и их характеристик; – применять методы графического представления потоков в проточной части лопаточных машин, а также профилей лопаток при анализе рабочего процесса и характеристики лопаточных машин
владеть: – методами проектирования рабочего процесса и профилирования	Отсутствие навыков владения: – методами проекти-	Фрагментарные навыки владения: – метода-	В целом успешное, но не систематическое владение:	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы вла-	Успешное и систематическое применение: – мето-

лопаточных машин; – методами и средствами проведения расчетных и экспериментальных исследований лопаточных машин, обработки и анализа их результатов – навыками реализации методов графического представления рабочего процесса лопаточных машин при проведении расчетов и проектировании их проточной части.	рования рабочего процесса и профилирования лопаточных машин; – методами и средствами проведения расчетных и экспериментальных исследований лопаточных машин, обработки и анализа их результатов – навыками реализации методов графического представления рабочего процесса лопаточных машин при проведении расчетов и проектировании их проточной части.	ми проектирования рабочего процесса и профилирования лопаточных машин; – методами и средствами проведения расчетных и экспериментальных исследований лопаточных машин, обработки и анализа их результатов – навыками реализации методов графического представления рабочего процесса лопаточных машин при проведении расчетов и проектировании их проточной части.	– методами проектирования рабочего процесса и профилирования лопаточных машин; – методами и средствами проведения расчетных и экспериментальных исследований лопаточных машин, обработки и анализа их результатов – навыками реализации методов графического представления рабочего процесса лопаточных машин при проведении расчетов и проектировании их проточной части.	дения: – методами проектирования рабочего процесса и профилирования лопаточных машин; – методами и средствами проведения расчетных и экспериментальных исследований лопаточных машин, обработки и анализа их результатов – навыками реализации методов графического представления рабочего процесса лопаточных машин при проведении расчетов и проектировании их проточной части.	дами проектирования рабочего процесса и профилирования лопаточных машин; – методами и средствами проведения расчетных и экспериментальных исследований лопаточных машин, обработки и анализа их результатов – навыками реализации методов графического представления рабочего процесса лопаточных машин при проведении расчетов и проектировании их проточной части.
---	--	--	--	--	--

Критерии оценки и процедура проведения промежуточной аттестации

Курс лекций читается по презентациям с использованием медиапроектора. Курс лекций содержит наиболее важные и сложные разделы курса, поясняются решения типовых задач и примеров. Перед началом курса студентам выдается рабочая тетрадь для изучения курса, содержащая основные тезисы курса, заготовки рисунков, контрольные вопросы и другие материалы для изучения курса. Запись лекций под диктовку не ведется, за исключением мест которых нет в лекционном курсе или вызвали затруднение у студентов. Традиционная классная доска также применяется для разъяснения моментов, по каким-либо причинам отсутствующим в лекционном курсе, или пояснении мест, вызвавших затруднения.

Вся необходимая информация для изучения курса излагается в конспекте лекций, предельно наглядном и написанном простым языком с максимально возможными пояснениями.

Минимально необходимая (базовая) информация для изучения курса содержится в рабочей тетради, который раздается студентам в твердом или электронном (для самостоятельной распечатки) виде. Рабочая тетрадь содержит все необходимые схемы, определения, пояснения, тезисное изложение материалов, тексты рассматриваемых задач и типовые контрольные вопросы. Рисунки конспекта имеют недорисованные элементы для самостоятельного заполнения их студентами в процессе лекций. Также конспект содержит место для заметок, которые студент может делать по ходу прослушивания лекции. Подразаумевается, что рабочей тетрадью студент будет пользоваться на лекции, делая там необходимые пометки.

Все материалы курса (конспект лекций, рабочая тетрадь, презентации, дополнительные материалы), а также ряд дополнительных материалов (электронные копии методических пособий, дополнительные материалы и видеоролики и т.п.) выкладываются в системе дистанционного обучения Самарского университета (do.ssau.ru). Доступ к материалам получают студенты, зарегистрированные на курс.

Лекционный материал состоит из нескольких глав. В конце каждой главы проводится контрольная работа, состоящая из двух частей: тестовой и традиционной. Тестовая часть состоит из 5-10 вопросов с 5 вариантами ответа, размещенными в системе дистанционного обучения Самарского университета (do.ssau.ru). Преподаватель открывает доступ для студентов к тесту не позднее чем за неделю до назначенного контрольного срока. Каждый студент может сделать до двух попыток сдать тест. Максимальная оценка за каждый тест - 10 баллов. В зачет идет средняя оценка. Традиционная работа выполняется в классе одновременно всеми студентами группы. Студентам раздаются задания, случайным образом сформированные в системе дистанционного обучения Самарского университета (do.ssau.ru). Студентам необходимо дать развернутые ответы на поставленные вопросы. Во время проведения контрольной студенты имеют право пользоваться листом с основными формулами, который выдается преподавателем. Максимальная оценка за контрольную работу - 30 баллов. Работу можно переписать только один раз. Возможно выполнение традиционной контрольной работы одновременно всеми студентами в компьютерном классе в системе дистанционного обучения Самарского университета. Примеры вопросов к контрольным доступны студентам для ознакомления в рабочей тетради. Перед проведением контрольных работ возможно проведение консультационного занятия в ходе которого могут быть разобраны затруднения, возникшие при изучении раздела.

Практические работы выполняются параллельно с изучением тематического раздела лекций.

После начала изучения раздела преподаватель производит постановку задачи на практическую работу, распределение индивидуальных заданий и назначается дата сдачи задания. Возможно выполнение задания совместно группой студентов. Последующие практические занятия проводятся по следующему алгоритму.

Предполагается, что ПЗ будут проводиться не чаще 1 раз в неделю.

В начале занятия проводится просмотр презентаций, в которой студент (или представитель группы студентов) рассказывает основные результаты выполнения задания, полученного на предыдущем занятии. В ходе нее докладчик должен за короткое время (не более 5 минут) показать основные полученные результаты и возникшие при этом затруднения. После прослушивания докладов студенты учебной группы проводят обсуждение проблем, возникших при выполнении задания, и найденных ошибок. Преподаватель при этом выступает в роли модератора, помогая студентам самостоятельно решить найденные затруднения. По итогам обсуждения для каждого проекта (группы) формируется список замечаний, которые необходимо устранить к следующему занятию. После этого преподаватель проводит краткую лекцию, представляя теоретический материал, необходимый для выполнения следующего этапа задания.

В качестве отчета выполнения практической работы студенты представляют неболь-

шой текстовый отчет и короткую (до 7 слайдов) презентацию о своей работе. Максимальная оценка за выполнение практического занятия 20 баллов. 10 – баллов из них ставится за выполнение задания. 10 за ответы на контрольные вопросы.

Лабораторные работы выполняются в лаборатории лопаточных машин каф. ТДЛА в соответствии с методическими указаниями. Отчет по лабораторной работе производится в виде письменного ответа на 2 случайно выбранных контрольных вопроса по теоретическим основам или методике проведения эксперимента (максимум 4 балла за 1 вопрос). 2 балла начисляется за посещение занятия и качественное выполнение отчета. Максимальная оценка за лабораторную работу – 10 баллов.

Допуск к экзамену.

Все студенты, претендующие на получение оценок за курс для того, чтобы получить допуск к экзамену, должны правильно ответить более чем на 60% финального теста, состоящего из 50 вопросов по всем разделам курса. Также для получения допуска необходимо успешно выполнить не менее одной практической работы.

Балльно-рейтинговая система оценок:

За выполнение каждого вида учебных заданий студенту начисляются баллы:

- посещение лекции 1 балл за 1 академический час (опоздание учитывается как пропорциональное сокращение числа баллов);
- выполнение контрольной – теста – максимум 10 баллов за одну работу;
- выполнение традиционной контрольной – максимум 30 баллов за одну работу;
- выполнение лабораторной работы – максимум 10 баллов за одну работу;
- выполнение практической работы – максимум 20 баллов за одну работу.

Баллы за выполнение всех видов активности суммируются, делятся на максимально возможное число баллов и переводятся в проценты. Вычисление текущего процента выполнения задний производится после каждого занятия или оценки контрольных, лабораторных и практических работ и в любой момент времени могут быть переданы в деканат. Текущий рейтинг выставляется в системе дистанционного обучения Самарского университета (do.ssau.ru).

Экзамен:

Для студентов, успешно получивших допуск к экзамену, вычисляется финальный рейтинг. В соответствии с достигнутыми результатами по балльно-рейтинговой системе преподаватель оценивает работу студентов. Критерии оценивания:

- 100 – 85% - отлично;
- 85-70% - хорошо;
- 50-70% удовлетворительно;
- менее 50% - не удовлетворительно.

Данная оценка может быть проставлена студенту без проведения экзамена (автоматом). В случае если студент не согласен с поставленной оценкой – он должен сдавать очный экзамен.

Итоговая аттестация (экзамен) проводится следующим образом. Учащийся получает билет с 4 различными вопросами по курсу. Ответ на них он готовит письменно. Затем данная работа обсуждается с преподавателем, который задает вопросы, призванные выявить реальный уровень знания. Ответ на каждый вопрос оценивается по системе зачтено/не зачтено.

Для повышения оценки на 1 балл необходимо успешно ответить на 2 вопроса. В случае, если разница между текущей оценкой и ближайшей границей оценки не превышает половины диапазона между ближайшими границами оценок, то для повышения оценки на 1 балл достаточно 1 вопроса.

ФОС обсужден на заседании кафедры теории двигателей летательных аппаратов

Протокол № ____ от «____» _____ 20__ г