

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра аэрогидродинамики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЛА

д.т.н. Саленко С. Д.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Двигатели летательных аппаратов

Образовательная программа: 24.03.04 Авиационное строительство, профиль: Самолетостроение и вертолетостроение

Курс: 4, семестр : 7

Факультет летательных аппаратов,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	67
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	11
10	Самостоятельная работа, час.	41
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ контр.
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 24.03.04 Авиастроение

ФГОС введен в действие приказом №249 от 21.03.2016 г. , дата утверждения: 25.04.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 24.03.04 Авиастроение

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АГД, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета летательных аппаратов, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Обуховский А. Д.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Саленко С. Д.

Ответственный за образовательную программу:

заместитель заведующего кафедрой Курлаев Н. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.1 способность к решению инженерных задач с использованием базы знаний математических и естественнонаучных дисциплин; в части следующих результатов обучения:
у3. уметь рассчитывать простейшие термогазодинамические процессы в элементах газотурбинных двигателей
Компетенция ФГОС: ПК.13 способность контролировать техническое состояние и проводить функциональную диагностику объектов авиационной техники; в части следующих результатов обучения:
32. знать назначение функциональных элементов газотурбинных двигателей
33. знать многообразие типов двигателей, применяемых на летательных аппаратах
Компетенция ФГОС: ПК.9 способность к изменению вида и характера профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами; в части следующих результатов обучения:
31. знать общее устройство и принцип работы основных типов силовых установок и их элементов

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Двигатели летательных аппаратов	
ПК.1.у3 уметь рассчитывать простейшие термогазодинамические процессы в элементах газотурбинных двигателей	
1. Основные законы регулирования функциональных элементов и двигателя в целом	Лекции; Самостоятельная работа
2. Термогазодинамические и физико-химические основы рабочих процессов, протекающих в функциональных элементах двигателя	Лекции; Самостоятельная работа
3. Рассчитывать основные параметры идеальных термодинамических циклов ГТД	Лекции; Самостоятельная работа
4. Определять термогазодинамические параметры отдельных функциональных элементов двигателя	Лекции; Самостоятельная работа
5. Термогазодинамические расчеты двигателя	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.9.31 знать общее устройство и принцип работы основных типов силовых установок и их элементов	
6. знать общее устройство и принцип работы основных типов силовых установок и их элементов	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.13.32 знать назначение функциональных элементов газотурбинных двигателей	
7. О функциональных элементах газотурбинных двигателей	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
8. Назначение, устройство, принцип действия и характеристики основных функциональных элементов двигателей ЛА	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.13.33 знать многообразие типов двигателей, применяемых на летательных аппаратах	
9. О многообразии типов двигателей, применяемых на летательных аппаратах	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
10. Об общем устройстве и принципе действия различных типов двигателей ЛА	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
-------------	----------------------	------	-------------------------------

Семестр: 7			
Дидактическая единица: Классификация и принцип действия основных типов двигателей			
1. Теория авиационных двигателей как научная дисциплина. Структура курса. Его связь с дисциплинами учебного плана. Краткий исторический обзор развития авиационных двигателей.	0	2	10, 9
2. Классификация авиационных двигателей, их схемы, принцип действия и области применения. Основные типы газотурбинных двигателей (ГТД): турбореактивные двигатели (ТРД), турбовинтовые двигатели (ТВД), турбореактивные двухконтурные двигатели (ТРДД). Функциональные элементы двигателя.	0	2	10, 6, 7, 8
Дидактическая единица: Термодинамические процессы в ГТД			
3. Основные удельные параметры, характеризующие эффективность двигателя. Удельные тяга и мощность, коэффициент тяги, лобовая тяга. Удельный расход топлива и удельный эквивалентный расход топлива. Удельный вес двигателя и удельная масса двигателя.	0	2	
4. Термодинамические циклы двигателей различных типов. Идеальные циклы ВРД и его параметры- степень повышения давления и степень подогрева. Параметры эффективности цикла: термическая работа, термический к.п.д. Форсирование ТРД	0	2	1, 3
5. Реальные циклы ВРД. Эффективная работа и эффективный к.п.д.	0	2	1, 5
Дидактическая единица: Работа ГТД в качестве движителя			
6. Эффективность ВРД как движителя. Уравнение тяги. Тяга, удельная тяга и удельный расход топлива ВРД. Тяговый к.п.д. Общий к.п.д. Соотношения между к.п.д.	0	2	
7. Принцип действия и основные схемы турбореактивных двухконтурных двигателей. Располагаемая работа и ее распределение в ТРДД. Зависимость удельной тяги и удельного расхода топлива от степени двухконтурности, степени повышения давления в контурах, степени подогрева газа в цикле. Оптимизация параметров рабочего процесса ТРДД	0	2	10, 2
Дидактическая единица: Рабочие процессы в функциональных элементах двигателя			
8. Назначения, требования, типы и конструктивные схемы входных устройств, их основные параметры и рабочий процесс. Дозвуковые и сверхзвуковые входные устройства. Нерасчетные режимы работы. Помпаж и "зуд" сверхзвуковых входных устройств. Регулирование входных устройств, задачи и способы регулирования. Характеристики входных устройств.	0	3	4, 7, 8
9. Назначение компрессоров авиационных ГТД. Классификация компрессоров. Устройство и принцип действия осевого и центробежного компрессора. Совмещенный план скоростей и работа сжатия ступени. Термодинамические, геометрические, кинематические и газодинамические параметры ступени компрессора. Понятие расчетного и нерасчетного режимов работы. Характеристика компрессора. Помпаж. Регулирование компрессора.	0	7	7, 8

10. Назначение, общее устройство и принцип действия камеры сгорания. Параметры газтопливо-воздушной смеси. Рабочий процесс основных камер сгорания. Особенности работы форсажных камер.	0	2	7, 8
11. Назначение, общее устройство и принцип действия газовой турбины. Совмещенный план скоростей и удельная работа вращения ступени. Термодинамические, геометрические, кинематические и газодинамические параметры ступени турбины. Охлаждение лопаток.	0	2	7, 8
12. Назначения, требования, типы и конструктивные схемы выходных устройств, основные параметры рабочего процесса в них. Потери в выходных устройствах и коэффициенты, их учитывающие. Профилирование выходных устройств, их характеристики и регулирование. Реверсирование тяги	0	2	7, 8
Дидактическая единица: Характеристики и регулирование ГТД			
13. Регулирование ГТД - его параметры и цели. Регулирующие факторы. Программы регулирования. Классификация основных режимов работы двигателя. Запуск и остановка двигателя. Переходные режимы работы двигателей.	0	2	
14. Дроссельные характеристики различных типов ВРД. Скоростные характеристики ВРД. Влияние параметров рабочего процесса на скоростные характеристики. Высотные характеристики ВРД. Влияние параметров рабочего процесса и условий полета на высотные характеристики двигателей. Расчет высотно-скоростных и дроссельных характеристик ВРД.	0	2	
15. Обзор основных вопросов, рассмотренных в курсе. Перспективы двигателестроения как важнейшего фактора, определяющего эффективность авиационной техники.	0	2	9

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Классификация и принцип действия основных типов двигателей				
1. Общее устройство и работа двигателя ТРД ВК-1	4	4	10, 7, 8, 9	Изучение устройства на припарированном двигателе
2. Общее устройство и работа двигателя ТВД АИ-20	4	4	10, 7, 8, 9	Изучение устройства на припарированном двигателе
3. Общее устройство и работа двигателя ТРДФ АЛ-7Ф	5	5	10, 7, 8, 9	Изучение устройства на припарированном двигателе
4. Общее устройство и работа ТРДД Д-30	5	5	10, 7, 8, 9	Изучение устройства на препарированном двигателе

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	Контрольные работы	3, 5	2	0

Подготовка к контрольной работе: Термогазодинамические основы расчета авиационных ГТД : методические указания к лабораторным и расчетно-графическим работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА очного обуч. / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2003. - 35 с. : ил.				
2	РГЗ	2, 4	6	6
Подготовка к выполнению РГР: Термогазодинамические основы расчета авиационных ГТД : методические указания к лабораторным и расчетно-графическим работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА очного обуч. / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2003. - 35 с. : ил.				
3	Подготовка к занятиям	10, 6, 7, 9	8	0
Подготовка к лабораторным работам: Устройство и работа авиационных газотурбинных двигателей : методические указания к лабораторным работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2005. - 35 с. : ил.				
4	Подготовка к аттестации	1, 10, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9	25	5
Подготовка теоретического материала по всему курсу: Термогазодинамические основы расчета авиационных ГТД : методические указания к лабораторным и расчетно-графическим работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА очного обуч. / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2003. - 35 с. : ил. Устройство и работа авиационных газотурбинных двигателей : методические указания к лабораторным работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2005. - 35 с. : ил.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:agd@craft.nstu.ru

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
<i>Лабораторная:</i>	11	22
<i>Контрольные работы:</i>	5	10
<i>РГЗ:</i>	14	28
<i>Экзамен:</i>	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Термогазодинамические основы расчета авиационных ГТД : методические указания к лабораторным и расчетно-графическим работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА очного обуч. / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2003. - 35 с. : ил."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ	Экзамен
ПК.1	у3. уметь рассчитывать простейшие термогазодинамические процессы в элементах газотурбинных двигателей	+	+	+
ПК.13	з2. знать назначение функциональных элементов газотурбинных двигателей			+
	з3. знать многообразие типов двигателей, применяемых на летательных аппаратах			+
ПК.9	з1. знать общее устройство и принцип работы основных типов силовых установок и их элементов			+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Кн. 3 : учебник для вузов по специальности "Авиационные двигатели и энергетические установки" направления подготовки дипломированных специалистов "Двигатели летательных аппаратов" / [В. В. Кулагин и др.] ; под общ. ред. В. В. Кулагина. - М., 2005. - 460, [1] с. : ил.
2. Вертолетные газотурбинные двигатели / [В. А. Григорьев и др.] ; под общ. ред. В. А. Григорьева, Б. А. Пономарева. - М., 2007. - 490 с. : ил.
3. Обуховский А. Д. Теория авиационных двигателей : [учебное пособие] / А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 136, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000175557
4. Термогазодинамические основы расчета авиационных ГТД : методические указания к лабораторным и расчетно-графическим работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА очного обуч. / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2003. - 35 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Теория и расчет воздушно-реактивных двигателей : учебник для вузов / [В. М. Акимов, В. И. Бакулев, Р. И. Курзинер и др.] ; под ред. С. М. Шляхтенко. - М., 1987. - 568 с. : ил. - Загл. 1-го изд.: Теория воздушно-реактивных двигателей.
2. Алемасов В. Е. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках : учебное пособие для вузов по направлению "Авиа-и ракетостроение" и специальностям "Авиационные двигатели и энергетические установки", "Ракетные двигатели", "Электроракетные двигатели и энергетические установки" / В. Е. Алемасов, А. Ф. Дрегаллин, А. С. Черенков. - М., 2000. - 520 с. : ил., схемы
3. Нечаев Ю. Н. Теория авиационных газотурбинных двигателей. Ч.1 : учебник для авиац. специальностей вузов / Ю. Н. Нечаев, Р. М. Федоров. - М., 1977. - 311, [1] с. : черт.. - Ч. 1. Загл. корешка: Теория авиационных ГТД.-Ч. 2. 1978. 333 с..

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Устройство и работа авиационных газотурбинных двигателей : методические указания к лабораторным работам по курсу "Двигатели ЛА" для 3-4 курсов ФЛА / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Д. Обуховский]. - Новосибирск, 2005. - 35 с. : ил.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Лекционные занятия

Новосибирск 2017

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине «Двигатели летательных аппаратов» приведена в Таблице.

Таблица

[illegible]

		Характеристика компрессора. Помпаж. Регулирование компрессора. Дроссельные характеристики различных типов ВРД. Скоростные характеристики ВРД. Влияние параметров рабочего процесса на скоростные характеристики. Высотные характеристики ВРД. Влияние параметров рабочего процесса и условий полета на высотные характеристики двигателей. Расчет высотно-скоростных и дроссельных характеристик ВРД. Назначение, общее устройство и принцип действия газовой турбины. Совмещенный план скоростей и удельная работа вращения ступени. Термодинамические, геометрические, кинематические и газодинамические параметры ступени турбины. Охлаждение лопаток. Назначение, общее устройство и принцип действия камеры сгорания. Параметры газотопливо-воздушной смеси. Рабочий процесс основных камер сгорания. Особенности работы форсажных камер. Назначения, требования, типы и конструктивные схемы выходных устройств, основные параметры рабочего процесса в них. Потери в выходных устройствах и коэффициенты, их учитывающие. Профилирование выходных устройств, их характеристики и регулирование. Реверсирование тяги Обзор основных вопросов, рассмотренных в курсе. Перспективы двигателестроения как важнейшего фактора, определяющего эффективность авиационной техники Рабочие процессы в выходном устройстве Рабочие процессы в камере сгорания Рабочие процессы в компрессоре Рабочие процессы в турбине Расчет высотно-скоростных характеристик Регулирование ГТД - его параметры и цели. Регулирующие факторы. Программы регулирования. Классификация основных режимов работы двигателя. Запуск и остановка двигателя. Переходные режимы работы		Экзамен, вопросы с 40 по 50
--	--	--	--	------------------------------------

		двигателей. Термодинамические циклы двигателей различных типов. Эффективность ВРД как движителя. Уравнение тяги. Тяга, удельная тяга и удельный расход топлива ВРД. Тяговый к.п.д. Общий к.п.д. Соотношения между к.п.д.		Экзамен, вопросы с 10 по 19
ПК.2/РП	у1. рассчитывать простейшие термогазодинамические процессы в элементах газотурбинного двигателя	Основные удельные параметры, характеризующие эффективность двигателя. Удельные тяга и мощность, коэффициент тяги, лобовая тяга. Удельный расход топлива и удельный эквивалентный расход топлива. Удельный вес двигателя и удельная масса двигателя. Расчет идеальных циклов ТРД Расчет реальных циклов ТРД Реальные циклы ВРД. Эффективная работа и эффективный к.п.д. Термодинамические циклы двигателей различных типов. Идеальные циклы ВРД и его параметры- степень повышения давления и степень подогрева. Параметры эффективности цикла: термическая работа, термический к.п.д. Форсирование ТРД	РГР Контрольная работа	Экзамен, вопросы. с 10 по 20..

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 7 семестре – в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.2/РП.

Экзамен проводится в письменной форме по билетам. Для написания ответов на билеты студентам предоставляется 90 минут. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1 – 20, второй вопрос из диапазона вопросов 21 – 50 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4). Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическая работа. Требования к ее выполнению, состав и правила оценки сформулированы в паспорте расчетно-графической работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.2/РП, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Двигатели летательных аппаратов», 7 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов с 1 по 20, второй вопрос из диапазона вопросов с 21 по 50 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЛА

Билет № 2

к экзамену по дисциплине «Двигатели летательных аппаратов
»

Вопрос 1 Общее устройство, работа и область применения турбореактивных двигателей

. Вопрос 2. Реверсирование тяги.

Составил доц.

А.Д. Обуховский

Утверждаю: зав. кафедрой _____ С.Д. Саленко _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет до 20 баллов.
- Ответ на билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, допускает не принципиальные ошибки, оценка составляет от 20 до 28 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить

качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *29 до 34 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *35 до 40 баллов*.

3. Шкала оценки

Общая оценка складывается из оценки за выполнения лабораторных работ, контрольной работы, расчетно-графической работы и оценки за ответ на экзамене: 100 баллов = 11...22 баллов (лабораторные работы) + 5...10 (контрольная работа) + 14...28 (расчетно-графическая работа) + 20...40 баллов (экзамен).

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Двигатели летательных аппаратов»

1. Классификация авиационных двигателей,
2. Общее устройство, работа и область применения турбореактивных двигателей (ТРД),
3. Общее устройство, работа и область применения турбовинтовых двигателей (ТВД)
4. Общее устройство, работа и область применения турбореактивных двухконтурных двигателей (ТРДД).
5. Удельные тяга и мощность, коэффициент тяги, лобовая тяга.
6. Удельный расход топлива и удельный эквивалентный расход топлива.
7. Удельный вес двигателя и удельная масса двигателя.
8. Термодинамические циклы двигателей различных типов.
9. Идеальные циклы ТРД и его параметры- степень повышения давления и степень подогрева.
10. Параметры эффективности цикла: термическая работа, термический к.п.д.
11. Форсирование ТРД.
12. Реальные циклы ТРД.
13. Эффективная работа и эффективный к.п.д.
14. Эффективность ВРД как движителя. Уравнение тяги.
15. Тяга, удельная тяга и удельный расход топлива ТРД.
16. Тяговый к.п.д.
17. Общий к.п.д. Соотношения между к.п.д.
18. Принцип действия и основные схемы турбореактивных двухконтурных двигателей.
19. Тяга, удельная тяга и удельный расход топлива ТРДД
20. Располагаемая работа и ее распределение в ТРДД.
21. Назначения, требования, типы и конструктивные схемы входных устройств, их основные параметры и рабочий процесс
22. . Дозвуковые входные устройства.
23. Сверхзвуковые входные устройства
24. Нерасчетные и неустойчивые режимы работы (помпаж и «зуд») сверхзвуковых входных устройств.
25. Регулирование входных устройств, задачи и способы регулирования.
26. Назначение компрессоров авиационных ГТД. Классификация компрессоров.
27. Устройство и принцип действия ступени осевого компрессора.

28. Совмещенный план скоростей и работа сжатия ступени.
29. Термодинамические параметры ступени компрессора.
30. Понятие расчетного и нерасчетного режимов работы. Характеристика компрессора.
31. Помпаж. Регулирование компрессора.
32. Камеры сгорания: назначение, классификация, основные требования.
33. Параметры, характеризующие эффективность работы КС.
34. Параметры топливо-воздушной смеси.
35. Рабочий процесс основной КС.
36. Особенности работы форсажных КС.
37. Назначение, общее устройство и принцип действия газовой турбины
38. Совмещенный план скоростей и удельная работа вращения ступени
39. Термодинамические параметры ступени турбины
40. Охлаждение лопаток турбины
41. Назначения, требования, типы и конструктивные схемы выходных устройств их основные параметры
42. Дозвуковые ВУ
43. Сверхзвуковые ВУ и их регулирование
44. Реверсирование тяги.
45. Регулирование ВРД – его параметры и цели. Регулирующие факторы.
46. Программы регулирования.
47. Классификация основных режимов работы двигателя.
48. Дроссельные характеристики ТРД.
49. Скоростные характеристики ТРД.
50. Высотные характеристики ВРД..

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Двигатели летательных аппаратов», 7 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме Идеальные циклы ТРД и ТРДФ -, включает 2 части. Выполняется письменно.

Исходные данные представляют собой основные параметры рабочего процесса в ТРД(Ф)

- Температура в основной камере сгорания (1200...1750 К)
- Температура в форсажной камере сгорания (2100...2500 К)

В первой части работы рассчитываются зависимости работы цикла ТРД и его КПД от степени повышения давления в окрестности ее оптимального значения.

Во второй части для оптимальной степени повышения давления определяются параметры рабочего тела в характерных точках термодинамического цикла.

Оценивается влияние форсажного режима работы на показатели эффективности цикла.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

- работа считается **не выполненной**, если студент выполнил работу с грубыми нарушениями требований, не защитил её и оценка составляет менее *5 баллов*.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если студент допускал ошибки в расчетах, не полностью раскрыл заявленную тему, делал поверхностные выводы, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками, оценка составляет *5-6 баллов*.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если студент выполнил курсовую работу с незначительными замечаниями: тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер; при ответе на вопросы защиты допускал не принципиальные ошибки и оценка составляет *7-8 баллов*.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если студент выполнил работу в полном объеме и на высоком уровне, не допускал ошибок при ответе на вопросы защиты и способен обосновать выбор методов расчета, оценка составляет *9-10 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Паспорт расчетно-графической работы

по дисциплине «Двигатели летательных аппаратов», 7 семестр

1. Методика оценки.

Расчетно-графическая работа является одним из основных видов самостоятельной работы студентов, направленной на изучение, закрепление, углубление и обобщение знаний по учебной дисциплине «Теория авиационных двигателей».

Задание на расчетно-графическую работу включает следующие величины:

- Величина стартовой тяги (4...10 тс)
- Степень повышения давления в компрессоре (12....25)
- Температура за камерой сгорания (1200...1700К)
- Максимальная скорость полета (700...1000 км/ч)
- Максимальная высота полета (8...11 км)

Этапы выполнения и защиты:

Расчетно-графическая работа состоит из двух разделов:

1. Термогазодинамический расчет ТРД на стартовом режиме.

Для нулевых скорости и высоты полета определяются параметры рабочего тела в характерных сечениях тракта двигателя. скорость истечения из сопла, удельная тяга и удельный расход топлива.

По заданной стартовой тяге находится расход воздуха через двигатель и площади поперечных сечений проточной части.

2. Термогазодинамический расчет ТРД в полете на максимальной скорости и высоте.

Для максимальной скорости и высоты при условии неизменности геометрии проточной части проводится расчет удельной тяги, удельного расхода топлива, расхода воздуха и тяги двигателя.

Ко второму разделу следует переходить после выполнения первого и проверки правильности расчетов в нем. В пояснительной записке приводится термогазодинамический расчет стартового режима и полетного на максимальной высоте и скорости. По данным расчетов делаются выводы о характере протекания высотно-скоростных характеристик.

По результатам проверки расчетно-графической работы выставляется оценка. В случае, если работа не отвечает предъявляемым требованиям (использованы неверные методики расчетов, приведены грубые ошибки в расчетах, отсутствуют выводы), то она возвращается автору на доработку. Студент должен переделать работу с учетом замечаний и предоставить для проверки новый вариант.

Студенты, не защитившие работу не допускаются до сдачи экзамена.

Защита расчетно-графической работы представляет собой устный ответ студента на вопросы преподавателя. Вопросы для защиты работы приведены в п.5.

Распределение баллов на расчетно-графическую работу (с защитой): 28 баллов = 16 баллов

(содержание) + 6 балла (оформление) + 6 баллов (защита).

2. Критерии оценки.

- работа считается **не выполненной**, если студент выполнил работу с грубыми нарушениями требований, не защитил её и оценка составляет менее *14 баллов*.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если студент допускал ошибки в расчетах, не полностью раскрыл заявленную тему, делал поверхностные выводы, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками, оценка составляет *15 – 19 баллов*.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, если студент выполнил курсовую работу с незначительными замечаниями: тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер; при ответе на вопросы защиты допускал не принципиальные ошибки и оценка составляет *20 – 24 баллов*.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если студент выполнил работу в полном объеме и на высоком уровне, не допускал ошибок при ответе на вопросы защиты и способен обосновать выбор методов расчета, оценка составляет *25 – 28 баллов*.

3. Шкала оценки.

Общая оценка складывается из оценки за выполнения лабораторных работ, контрольной работы, расчетно-графической работы и оценки за ответ на экзамене: 100 баллов = 11...22 баллов (лабораторные работы) + 5...10 (контрольная работа) + 14...28 (расчетно-графическая работа) + 20...40 баллов (экзамен).

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем расчетно-графической работы.

Стандартная тема расчетно-графической работы "Термогазодинамический расчет ТРД". Варианты отличаются входными данными.

5. Перечень вопросов к защите расчетно-графической работы.

- Что такое относительный расход топлива?
- Что такое коэффициент изменения массы и от чего он зависит?
- Что такое удельный расход топлива?
- Что такое удельная тяга?
- Объясните характер зависимостей основных термогазодинамических параметров двигателя от скорости и высоты полета?