ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

РОСТОВСКИЙ ФИЛИАЛ МГТУ ГА

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 13DE759CC81E7DCE9F325D44F50492B6
Владелец: Бобушев Сергей Алексеевич
Действителен: с 11.12.2023 до 05.03.2025

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по НиМР
_____ И.А. Сизько
«26» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине	**Б1.ОД.34 Теория авиационных двигателей**		
	(*шифр и название дисциплины*)		
Направление подготовки	25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей		
Квалификация (степень)	Бакалавр		
Профиль подготовки	Поддержание летной годности		
Кафедра	Воздушных судов и авиационных двигателей		
Курс обучения	2		
Форма обучения	очная		
Общий объём учебных часов на дисциплину	144 *часа*	4 *з.е.*	
Семестр	4		
Объём аудиторной нагрузки	64 *часа*		
Лекции	30 *часов*		
Практические занятия	14 *часов*		
Лабораторные работы	20 *часов*		
Курсовой проект			
Зачёт			
Дифференцированный зачёт	4 *семестр*		
Экзамен			
Объём самостоятельной работы студента	80 *часов*		

Ростов-на-Дону, 2022 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Целью освоения дисциплины «**Теория авиационных двигателей»** является формирование у обучающихся необходимых знаний и умений для анализа:

- принципа работы элементов силовых установок самолетов и их характеристик;
- термодинамического рабочего процесса, протекающего в элементах самолетных силовых установок;
- совместной работы элементов самолетных силовых установок;
- характеристик самолетных силовых установок;
- неустановившихся режимов работы самолетных ГТД;
- эксплуатационных ограничений режимов работы самолетных силовых установок;
- влияния условий эксплуатации на рабочий процесс и характеристики самолетных силовых установок;
- перспектив развития самолетных силовых установок.

Задачей изучения дисциплины «**Теория авиационных двигателей»** является формирование у студентов профессиональных знаний в области термодинамических процессов, происходящих в авиационных двигателях и характеристики эксплуатационных ограничений режимов работы самолетных силовых установок, необходимых для подготовки специалистов, осуществляющих эксплуатацию воздушных судов и авиационных двигателей гражданской авиации, а также обслуживание объектов и систем топливообеспечения аэропортов.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, наименование индикатора достижения, результаты обучения.

универсальные:

УК –1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Результаты обучения:

знать:

- актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности (УК-1.1.2);

уметь:

- осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников (УК-1.2.2);

общепрофессиональные:

ОПК-1. Способен использовать основные законы математики, единицы

измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов.

ИД-$1_{опк-1}$. Применять основные законы, положения и методы высшей математики для формализации прикладных задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

Знать:

- Научно-техническую информацию по математическому моделированию характеристик авиационных силовых установок (ОПК – 1.1.14).
- Достижения отечественной и зарубежной науки в области анализа процессов, происходящих в авиационных силовых установках (ОПК – 1.1.15).
- Прикладные алгоритмы и программы, расчета параметров характеристик в авиационных силовых установках (ОПК – 1.1.16);

Уметь:

- составлять программы расчета параметров и характеристик авиационных силовых установок на основе их математических моделей (ОПК - 1.2.11);
- моделировать с помощью прикладных программ параметры и характеристики авиационных силовых установок в различных условия эксплуатации (ОПК-1.2.12);

Владеть:

- системного анализа параметров и характеристик авиационных силовых установок в процессе их технической эксплуатации (ОПК-1.3.10);

ИД-$2_{опк-1}$. Применять законы физики для оценки значений параметров физических систем.

Знать:

- закономерностей процессов, происходящих в элементах авиационных двигателей в процессе их эксплуатации (ОПК-1.1.45);
- влияния различных эксплуатационных факторов на параметры и характеристики авиационных двигателей (ОПК-1.1.46);
- способов устранения отклонений параметров и характеристик авиационных двигателей от установленных норм (ОПК-1.1.47).

Уметь:

- составлять математические модели авиационных двигателей с учетом воздействия на них эксплуатационных факторов (ОПК-1.2.31);
- анализировать полетную информацию, касающуюся параметров и характеристик авиационных двигателей и принимать соответствующие управленческие решения в соответствии с этим анализом (ОПК – 1.2.32).

Владеть:

- практического применения математического моделирования для решения прикладных задач теории авиационных двигателей в процессе их эксплуатации (ОПК-1.3.24).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Теория авиационных двигателей» относится к учебным дисциплинам обязательной части образовательной программы (далее ОП) направления подготовки **25.03.01** – **Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей,** квалификация (степень): бакалавр.

Для успешного освоения данной дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными по дисциплинам Б1.ОД.20 Теоретическая механика, Б1.ОД.23 Химия, Б1.ОД.28 Аэродинамика, Б1.ОД.33 Техническая термодинамика и теплопередача, в частности:

знать:

- методики поиска, сбора и обработки информации;
- метод системного анализа;
- основные уравнения газовой динамики;
- закономерности течения газов и жидкостей в элементах авиационных двигателей и летательных аппаратов;
- закономерности термодинамических и тепловых процессов, при осуществлении рабочего цикла авиационных турбореактивных и поршневых двигателей;
- общие законы физики, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел;
- основные законы химии и закономерности химических превращений, закономерности химических процессов и определяющие их факторы;
- методы приготовления растворов заданной концентрации, измерения электропроводности электролитов.

уметь:

- применять методики сбора и обработки информации;
- применять системный подход для решения поставленных задач;
- пользоваться методами и средствами диагностики АТ при техническом обслуживании и ремонте;
- адаптировать известные алгоритмы расчета термодинамических и тепловых процессов к расчету и анализу этих процессов в элементах силовых установок;
- определить термодинамические и кинетические параметры химических реакций;

владеть:

- навыками системного анализа термодинамических и тепловых процессов происходящих в элементах силовых установок;
- навыками разработки алгоритмов для решения прикладных задач термодинамики и теплопередачи;

– навыками анализа химических процессов, происходящих при взаимодействии веществ, расчета возможности их протекания.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей:

– Б1.ОД.32 Техническая диагностика авиационной техники;
– Б1.ОД.35 Автоматика и управление двигателями;
– Б1.ОД.40 Основы теории технической эксплуатации;
– Б1.ВД.М.1.3 Конструкция и прочность самолета;
– Б1.ВД.М.1.4 Системы авиационных двигателей;
– Б1.ВД.М.2.3 Конструкция и прочность вертолетных ГТД;
– Б1.ВД.М.2.4 Системы вертолетных ГТД;
– Б1.ВД.М.1.10 Технологические процессы технического обслуживания;
– Б1.ВД.М.2.10 Технологические процессы технического обслуживания.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
			Л	Пр	Лаб	СРС	
1	**РАЗДЕЛ 1. Основы теории элементов авиационных ГТД**	4	16	10	12	50	
2	Тема 1.1. Уравнения движения газа в газотурбинных двигателях и их элементах		2	2	4	6	Защита отчета по ЛР №1
3	Тема 1.2. Тяга, мощность и удельные параметры авиационных двигателей		2	2		6	Защита реферата на семинаре №2
4	Тема 1.3. Теория ступени компрессора ГТД		2		4	6	Защита отчета по ЛР №2
5	Тема 1.4. Многоступенчатые компрессоры ГТД		2	2		6	
6	Тема 1.5. Характеристики компрессоров ГТД и их регулирование		2			6	
7	Тема 1.6. Газовые турбины авиационных ГТД		2	2	4	6	Защита отчета по ЛР №3
8	Тема 1.7. Камеры сгорания авиационных ГТД		2	2		7	
9	Тема 1.8. Входные и выходные устройства самолетных силовых установок		2			7	

10	**РАЗДЕЛ 2. Термодинамический цикл, совместная работа элементов, характеристики и ограничения самолётных силовых установок**	4	14	4	8	30	
11	Тема 2.1. Термодинамический анализ рабочего процесса ГТД прямой реакции		2	2		4	
12	Тема 2.2. Совместная работа элементов и программы управления одно- и двухконтурных ТРД		2	2		4	
13	Тема 2.3. Характеристики ГТД прямой реакции		2		4	4	Защита отчета по ЛР №4
14	Тема 2.4. Общие сведения о рабочем процессе и характеристиках турбовальных, турбовинтовых и турбовинтовентиляторных двигателей		2		4	6	Защита отчета по ЛР №5
15	Тема 2.5. Неустановившиеся режимы работы авиационных ГТД		2			4	
16	Тема 2.6. Эксплуатационные ограничения режимов работы авиационных силовых установок.		4			8	
17	Тема 2.7. Перспективы развития авиационных ГТД						
18	**Форма промежуточной аттестации** - дифференцированный зачет	4					
19	ИТОГО:		30	14	20	80	

Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них общепрофессиональных и универсальных компетенций

Разделы дисциплины, темы (наименования)	Количество часов	ОПК – 1.1.14	ОПК – 1.1.15	ОПК – 1.1.16	ОПК – 1.1.45	ОПК – 1.1.46	ОПК – 1.1.47	ОПК – 1.2.11	ОПК – 1.2.12	ОПК – 1.2.31	ОПК – 1.2.32	ОПК – 1.3.10	ОПК – 1.3.24	УК – 1.1.2	УК – 1.2.2	Общее количество компетенций
РАЗДЕЛ 1. Основы теории элементов авиационных ГТД	88															
Тема 1.1. Уравнения движения газа в газотурбинных двигателях и их элементах	14	+				+			+	+			+			2
Тема 1.2. Тяга, мощность и удельные параметры авиационных двигателей	10		+				+	+				+		+	+	2
Тема 1.3. Теория ступени компрессора ГТД	12			+					+		+					2
Тема 1.4. Многоступенчатые компрессоры ГТД	10	+			+			+		+	+				+	2
Тема 1.5. Характеристики компрессоров ГТД и их регулирование	8			+		+			+				+	+	+	2
Тема 1.6. Газовые турбины авиационных ГТД	14					+	+			+		+	+			2
Тема 1.7. Камеры сгорания авиационных ГТД	11		+		+			+	+					+		2

Тема 1.8. Входные и выходные устройства самолетных силовых установок	9	+	+				+	+				+				2
РАЗДЕЛ 2. Термодинамический ц2икл, совместная работа элементов, характеристики и ограничения самолётных силовых установок	56															2
Тема 2.1. Термодинамический анализ рабочего процесса ГТД прямой реакции	8	+			+				+			+			+	2
Тема 2.2. Совместная работа элементов и программы управления одно- и двухконтурных ТРД	8				+		+	+		+			+	+	+	2
Тема 2.3. Характеристики ГТД прямой реакции	10		+					+			+	+				2
Тема 2.4. Общие сведения о рабочем процессе и характеристиках турбовальных, турбовинтовых и турбовинтовентиляторных двигателей	12	+		+		+			+				+	+		2
Тема 2.5. Неустановившиеся режимы работы авиационных ГТД	8			+					+		+					2
Тема 2.6. Эксплуатационные ограничения режимов работы авиационных силовых установок.	6		+				+	+						+		2
Тема 2.7. Перспективы развития авиационных ГТД	6					+										2
ИТОГО:	144															

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭЛЕМЕНТОВ АВИАЦИОННЫХ ГТД

Лекция 1. (2 часа)

Тема 1.1 Уравнения движения газа в двигателях и их элементах

Уравнение неразрывности. Уравнение сохранения энергии. Уравнение первого закона термодинамики. Обобщенное уравнение Бернулли. Теорема Эйлера об изменении количества движения.

Литература: [1, с. 22 … 40; 3, с. 6 … 8]

Практическое занятие № 1. (2 часа). Применение основных уравнений движения газа к расчету параметров потока в авиационных силовых установках.

Литература: [3, с. 6 … 8]

Лабораторная работа №1. (4 часа) Методы и средства измерения параметров газового потока.

Литература: [7, с. 5 … 26]

Самостоятельная работа студентов 1. (6 часа) Уравнения движения газа в двигателях и их элементах.

Изучение лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Уравнение неразрывности. Уравнение сохранения энергии. Уравнение первого закона термодинамики. Обобщенное уравнение Бернулли. Теорема Эйлера об изменении количества движения.

Литература: [1, с. 22 … 40; 3, с. 6 … 8]

Лекция 2. (2 часа)

Тема 1.2. Тяга, мощность и удельные параметры авиационных двигателей

Двигатель и силовая установка. Тяга реактивного двигателя. Эффективная тяга силовой установки с ТРД (ТРДД). Мощность газотурбинного двигателя. Удельные параметры авиационных ГТД.

Литература: [1, с. 41 … 56; 3, с. 9 … 14]

Практическое занятие № 2. (2 часа) Способы определения характеристик авиационных ГТД.

Литература: [3, с. 9 … 14]

Самостоятельная работа студентов 2. (6 часа) Тяга, мощность и удельные параметры авиационных двигателей.

Изучение лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Двигатель и силовая установка. Тяга реактивного двигателя. Эффективная тяга силовой установки с ТРД (ТРДД). Мощность газотурбинного двигателя. Удельные параметры авиационных ГТД.

Литература: [1, с. 41 … 56; 3, с. 9 … 14]

Лекция 3 (2 часа)

Тема 1.3. Теория ступени компрессора ГТД.

Назначение компрессоров ГТД, их типы и основные требования к ним. Схема и принцип действия ступени осевого компрессора. Работа, затрачиваемая

на вращение колеса ступени. Изображение процесса сжатия воздуха в ступени в p, v - и T, s- координатах. Основные параметры ступени компрессора. Условия совместной работы элементов ступени, расположенных на различных радиусах. Профилирование ступеней по закону постоянства циркуляции.

Литература: [1, с. 57 … 87; 3, с. 15 … 23]

Лабораторная работа № 2. (4 часа) Экспериментальное определение параметров многоступенчатого осевого компрессора при его работе в системе авиационного ГТД

Литература: [7, с. 27 … 37]

Самостоятельная работа студентов 3. (6 часов) Теория ступени компрессора ГТД.

Изучение лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Параметры и характеристики компрессорных решеток профилей. Особенности течения воздуха в лопаточных венцах осевого компрессора. Особенности трансзвуковых и сверхзвуковых ступеней осевого компрессора. Схема и особенности работы центробежной ступени компрессора.

Литература: [1, с. 88 … 105; 3, с. 24 … 36]

Лекция 4. (2часа)

Тема 1.4. Многоступенчатые компрессоры ГТД

Основные параметры многоступенчатого компрессора (каскада) и их связь с параметрами ступеней. Формы проточной части осевого компрессора (каскада). Распределение работы сжатия воздуха между ступенями компрессора (каскада)

Литература: [1, с. 106 … 116; 3, с. 37 … 41]

Практическое занятие № 3 (2 часа)**.** Определение основных параметров многоступенчатых компрессоров авиационных ГТД.

Литература: [3, с. 37 … 41]

Самостоятельная работа студентов 5. (6 часов) Многоступенчатые компрессоры ГТД.

Изучение лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Основные параметры многоступенчатого компрессора (каскада) и их связь с параметрами ступеней. Формы проточной части осевого компрессора (каскада). Распределение работы сжатия воздуха между ступенями компрессора (каскада)

Литература: [1, с. 106 … 116; 3, с. 37 … 41]

Лекция 5 (2 часа)

Тема 1.5. Характеристики компрессоров ГТД и их регулирование

Общие представления о характеристиках компрессоров и методах их определения. Применение теории подобия к построению характеристик компрессоров. Характеристики ступени компрессора. Срывные режимы работы ступени. Характеристики нерегулируемых многоступенчатых компрессоров. Срывные и неустойчивые режимы работы многоступенчатых компрессоров. Рабочие режимы и запас устойчивости компрессора в системе ГТД. Задачи и способы регулирования компрессоров ГТД.

Литература: [1,с. 117 … 165; 3, с. 42 … 67]

Самостоятельная работа студентов 6. (6 часов) Характеристики компрессоров ГТД и их регулирование.

Подготовка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Общие представления о характеристиках компрессоров и методах их определения. Применение теории подобия к построению характеристик компрессоров. Характеристики ступени компрессора. Срывные режимы работы ступени. Характеристики нерегулируемых многоступенчатых компрессоров. Срывные и неустойчивые режимы работы многоступенчатых компрессоров. Рабочие режимы и запас устойчивости компрессора в системе ГТД. Задачи и способы регулирования компрессоров ГТД.

Литература: [1, с. 117 … 165; 3, с. 42 … 67]

Лекция 6. (2 часа)

Тема 1.6 Газовые турбины авиационных ГТД

Назначение турбин ГТД и основные требования к ним. Схема и принцип работы ступени турбины. Работа газа на окружности колеса ступени. Изображение процесса расширения газа в ступени в $p,V-$ и $i,s-$координатах. Основные параметры ступени турбины.

Литература: [1, с. 166 … 186; 3, с. 68 … 70]

Практическое занятие № 4 (2 часа)**.** Определение основных параметров газовых турбин авиационных ГТД.

Литература: [3, с. 68 … 70]

Лабораторная работа № 3. (4 часа) Определение основных параметров каскадов турбины по результатам стендовых испытаний ТРДДсм.

Литература: [7, с. 53 … 63]

Самостоятельная работа студентов № 6 (6 часов) Газовые турбины авиационных ГТД.

Изучение лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Назначение турбин ГТД и основные требования к ним. Схема и принцип работы ступени турбины. Работа газа на окружности колеса ступени. Изображение процесса расширения газа в ступени в $p,V-$ и $i,s-$координатах. Основные параметры ступени турбины.

Литература: [1, с. 166 … 186; 3, с. 68 … 70]

Подготовка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Основные параметры многоступенчатой турбины и их связь с параметрами её ступеней. Потери в ступени турбины и их зависимость от различных факторов. Способы представления характеристик ступени газовой турбины. Характеристики ступени турбины.

Литература: [1, с. 187 … 215; 3, с. 71 … 84]

Лекция 7. (2 часа)

Тема 1.7Камеры сгорания авиационных ГТД

Назначение, схемы и основные параметры камер сгорания ГТД. Основные закономерности процесса горения топлива. Типы основных камер сгорания ГТД и организация процесса горения в них. Характеристики камер сгорания авиационных ГТД. Камеры смешения ТРДДсм.

Литература: [1, с. 216 … 257; 3, с. 85 … 94]

Практическое занятие №5 (2 часа). Способы определения характеристик камер сгорания авиационных ГТД.

Литература: [3, с. 85 … 94]

Самостоятельная работа студентов №7 (7 часов) Камеры сгорания авиационных ГТД.

Изучение лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Назначение, схемы и основные параметры камер сгорания ГТД. Основные закономерности процесса горения топлива. Типы основных камер сгорания ГТД и организация процесса горения в них. Характеристики камер сгорания авиационных ГТД. Камеры смешения ТРДДсм.

Литература: [1,с. 216 … 257; 3, с. 85 … 94]

Лекция 8. (2 часа)

Тема 1.8. Входные и выходные устройства самолетных силовых установок.

Типы входных устройств и их классификация. Основные параметры входных устройств и предъявляемые к ним требования. Особенности дозвуковых и трансзвуковых входных устройств. Назначение выходных устройств и предъявляемые к ним требования. Схемы, основные параметры и режимы работы дозвуковых выходных устройств. Потери в выходных устройствах и способы их оценки. Устройства реверса тяги.

Литература: [1, с. 216 … 257; 3, с. 85 … 94]

Самостоятельная работа студентов 8. (7 часов) Входные и выходные устройства самолетных силовых установок.

Подготовка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Основные параметры входных устройств и предъявляемые к ним требования. Особенности дозвуковых и трансзвуковых входных устройств. Назначение выходных устройств и предъявляемые к ним требования. Схемы, основные параметры и режимы работы дозвуковых выходных устройств. Потери в выходных устройствах и способы их оценки.

Литература: [1, с. 216 … 257; 3, с. 85 … 94]

РАЗДЕЛ 2. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ, СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ЭЛЕМЕНТОВ, ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОГРАНИЧЕНИЯ САМОЛЕТНЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК

Лекция 9. (2 часа)

Тема 2.1. Термодинамический анализ рабочего процесса ГТД прямой реакции.

Идеальный и реальный циклы ГТД. Зависимость работы и внутреннего КПД реального цикла от π и Δ. Преобразование работы цикла в механическую работу ГТД различных типов. Тяговая работа и тяговый КПД ГТД прямой реакции. Полный КПД ГТД прямой реакции. Оптимальное распределение работы цикла между контурами в ТРДД и ТРДДсм. Связь удельных параметров ТРД и ТРДД с параметрами рабочего процесса. Зависимость удельной тяги и удельного расхода топлива ТРД и ТРДД от степени повышения давления и от степени подогрева воздуха в цикле.

Литература: [2, с. 5 … 54; 4, с. 3 … 25]

Практическое занятие № 6 (2 часа)**.** Исследование реального цикла авиационных ГТД.

Литература: [4, с. 3 … 25]

Самостоятельная работа студентов 9. (4 часа) Термодинамический анализ рабочего процесса ГТД прямой реакции.

Изучение лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Преобразование работы цикла в механическую работу в ГТД различных типов. Тяговая работа и тяговый КПД ГТД прямой реакции. Полный КПД ГТД прямой реакции. Оптимальное распределение работы цикла между контурами в ТРДД и ТРДДсм. Связь удельных параметров ТРД и ТРДД с параметрами рабочего процесса.

Литература: [2, с. 5 … 54; 4, с. 3 … 25]

Лекция 10. (2 часа)

Тема 2.2. Совместная работа элементов и программы управления одновальных газогенераторов и одновальных ТРД (2 часа)

Функциональные элементы и функциональные модули авиационных силовых установок. Управляемые параметры и управляющие факторы. Совместная работа элементов одновальных газогенераторов и одновальных ТРД. Рабочие линии на характеристике компрессора одновального газогенератора. Программы управления одновальных ГГ и одновальных ТРД, управляемых по одному параметру. Совместная работа элементов и программы управления одновальных ТРД, управляемых по двум параметрам.

Литература: [2, с. 55 … 107; 4, с. 26 … 37]

Практическое занятие № 7 (2 часа)**.** Способ построения рабочей линии на характеристике осевого компрессора авиационного ГТД.

Литература: [4, с. 26 … 37]

Самостоятельная работа студентов 12. (4 часа) Совместная работа элементов и программы управления одновальных газогенераторов и одновальных ТРД.

Подготовка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Управляемые параметры и управляющие факторы. Совместная работа элементов одновальных газогенераторов и одновальных ТРД. Рабочие линии на характеристике компрессора одновального газогенератора. Программы управления одновальных ГГ и одновальных ТРД, управляемых по одному параметру.

Литература: [2, с. 55 … 107; 4, с. 26 … 37]

Подготовка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Совместная работа элементов и программы управления двухвальных ТРД, управляемых по двум параметрам. Использование критериальных характеристик базового газогенератора в двигателях различных схем. Совместная работа элементов ТРДДсм. Рабочие линии на характеристике КНД и влияние на них различных факторов. Формирование программ управления ТРДДсм.

Литература: [2, с. 108 … 144; 4, с. 38 … 47]

Лекция 11. (2 часа)

Тема 2.3. Характеристики ГТД прямой реакции.

Схемы, параметры и области применения ГТД прямой реакции. Номенклатура режимов работы авиационных ГТД. Методы получения характеристик ГТД. Подобие режимов работы ГТД. Приведение данных испытаний ГТД к стандартным атмосферным условиям. Скоростные характеристики ТРД. Высотные характеристики ТРД. Дроссельные характеристики ТРД.

Литература: [2, с. 145 … 187; 4, с. 48 … 52]

Литература: [2, с. 188 … 217; 4, с. 53 … 61]

Лабораторная работа № 4. (4 часа) Экспериментальное определение дроссельной характеристики ТРДДсм на стенде.

Литература: [7, с. 75 … 83]

Самостоятельная работа студентов 11. (4 часа) Характеристики ГТД прямой реакции. Общие положения.

Изучение лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Схемы, параметры и области применения ГТД прямой реакции. Номенклатура режимов работы авиационных ГТД. Методы получения характеристик ГТД. Подобие режимов работы ГТД. Приведение данных испытаний ГТД к стандартным атмосферным условиям.

Литература: [2, с. 145 … 187; 4, с. 48 … 52]

Темы для самостоятельного изучения: Скоростные характеристики ТРД и ТРДД. Высотные характеристики ТРД и ТРДД. Дроссельные характеристики ТРД и ТРДД.

Литература: [2, с. 188 … 217; 4, с. 53 … 61]

Лекция № 12. (2 часа)

Тема 2.4. Общие сведения о рабочем процессе и характеристиках турбовальных, турбовинтовых и турбовинтовентиляторных двигателей.

Зависимости удельных параметров ГТД непрямой реакции от параметров рабочего процесса. Области применения и основные параметры ТВаД и ТВД. Совместная работа элементов ТВаД и ТВД. Особенности регулирования ТВаД и ТВД. Программы управления ТВаД и ТВД на режимах ограничения. Высотные характеристики ТВаД и ТВД. Дроссельные характеристики ТВаД и ТВД. Скоростные характеристики ТВД. Климатические характеристики турбовальных двигателей. Области применения ТВВД и перспективы их развития.

Литература: [2, с. 237 … 278; 4, с. 62 … 85]

Лабораторная работа № 5. (4 часа) Экспериментальное определение дроссельной характеристики ТВаД на стенде.

Литература: [7,с. 84 … 93]

Самостоятельная работа студентов 12. (6 часов) Общие сведения о рабочем процессе и характеристиках турбовальных, турбовинтовых и турбовинтовентиляторных двигателей.

Изучение лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Зависимости удельных параметров ГТД непрямой реакции от параметров рабочего процесса. Области применения и основные параметры ТВаД и ТВД. Совместная работа элементов ТВаД и ТВД. Особенности регулирования ТВаД и ТВД. Программы управления ТВаД и ТВД на режимах ограничения. Высотные характеристики ТВаД и ТВД. Дроссельные характеристики ТВаД и ТВД. Скоростные характеристики ТВД.

Литература: [2, с. 237 … 278; 4, с. 62 … 85]

Лекция 13. (2 часа)

Тема 2.5. Неустановившиеся режимы работы авиационных ГТД.

Требования к динамическим характеристикам ГТД. Факторы, влияющие на переходные процессы в ГТД. Гипотеза квазистационарности. Уравнения динамики роторов ГТД. Факторы, влияющие на избыточную мощность турбины. Изменение параметров рабочего процесса при приемистости и сбросе газа. Изменение параметров рабочего процесса при приемистости и сбросе газа в ГТД. Запуск ГТД на земле. Запуск ГТД в полете.

Литература: [2, с. 279 … 310; 4, с. 86 … 102]

Самостоятельная работа студентов 13. (4 часа**)** Неустановившиеся режимы работы авиационных ГТД.

Изучение лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Уравнения динамики роторов ГТД. Факторы, влияющие на избыточную мощность турбины. Изменение параметров рабочего процесса при приемистости и сбросе газа. Изменение параметров рабочего процесса при приемистости и сбросе газа в ГТД. Запуск ГТД на земле. Запуск ГТД в полете.

Литература: [2, с. 279 … 310; 4, с. 86 … 102]

Лекция14-15 (4 часа)

Тема 2.6. Эксплуатационные ограничения режимов работы авиационных силовых установок.

Тема 2.7. Перспективы развития авиационных ГТД.

Ограничения по устойчивости работы компрессора. Ограничения по надежной и устойчивой работе камер сгорания. Ограничения по условиям прочности. Возможные области ограничения режимов работы ГТД прямой реакции.

Перспективы развития авиационных ГТД.

Литература: [2, с. 311 … 328]

Самостоятельная работа студентов 14. (8 часов) Эксплуатационные ограничения режимов работы авиационных силовых установок. Перспективы развития авиационных ГТД.

Изучение лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Ограничения по устойчивости работы компрессора. Ограничения по надежной и устойчивой работе камер сгорания. Ограничения по условиям прочности. Возможные области ограничения режимов работы ГТД прямой реакции.

Литература: [2, с. 311 … 328]

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

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Теория авиационных двигателей» способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы по вопросам газодинамических процессов и теплообмену, происходящих в элементах авиационных двигателей, характеристик и совместной работы элементов авиационных ГТД и характеристик ГТД в целом. Она ориентирует студента на умение применять полученные теоретические знания на практике и проводится в следующих видах:

- изучение лекционного материала;
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ;
- защита рефератов на семинаре;
- подготовка к дифференцированному зачету.

Для самостоятельной работы студенту и защиты рефератов и подготовки к дифференцированному зачету рекомендуется следующая литература:

1. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М., Котовский В.Н., Полев А.С. Теория авиационных двигателей, часть 1. /Под редакцией Ю.Н. Нечаева. – М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2012, 365 с.;

2. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М., Котовский В.Н., Полев А.С. Теория авиационных двигателей, часть 2. /Под редакцией Ю.Н. Нечаева. – М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2012, 447 с.;

3. Котовский В.Н., Комов А.А. Теория авиационных двигателей, часть 1, тексты лекций, 2013 г. 109 с.

4. Котовский В.Н., Комов А.А. Теория авиационных двигателей, часть 2, тексты лекций, 2013 г. 105 с.

5. Казанджан П.К., Тихонов Н.Д. Теория авиационных двигателей. Теория лопаточных машин.– М.: Машиностроение, 1995, 316 с.;

6. Казанджан П.К., Тихонов Н.Д., Шулекин В.Т. Теория авиационных двигателей. – М.: Транспорт, 2000, 287 с.

7. КомовА.А., Котовский В.Н., Медведев В.В. Теория авиационных двигателей. Лабораторный практикум, для студентов специальности 160901 и направления 162300 дневной всех форм обучения. - М.:МГТУГА, 2013,112 с.;

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Текущий контроль успеваемости

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования.

Форма текущего контроля	**Типовые контрольные вопросы**	**Критерии оценивания**
Защита отчета по ЛР №1. Методы и средства измерения параметров газового потока	***Типовые контрольные вопросы:*** 1. Перечислите физические явления, используемые при измерениях температуры. 2. С чем связана необходимость тарировки показаний термопар? 3. Какие приборы называются манометрами, вакуумметрами и барометрами? Какие параметры измеряются ими? 4. Чем различаются приемники полного и статического давлений? 5. Каким образом можно измерить скорость движения газа? 6. Как можно определить направление потока газа? 7. Что нужно измерить для определения расхода воздуха в мерном коллекторе? 8. В каких случаях для измерения расхода газа используются суживающие поток устройства? 9. Как определяется расход газа через трубку Вентури? 10. Как определить значение относительной плотности тока?	Зачет по лабораторной работе принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению лабораторных работ; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; - показано владение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и логической последовательностью.

Защита реферата на семинаре 2. Тяга, мощность и удельные параметры авиационных двигателей	***Типовые контрольные вопросы:*** 1. Как проходит процесс течения воздуха в ступени осевого компрессора; 2. Чему ровна работа, затрачиваемая на вращение рабочего колеса ступени; 3. Перечислите основные параметры ступени осевого компрессора; 4. Объясните принципы профилирования лопаток ступени осевого компрессора; 5. Поясните уравнение радиального равновесия; 6. Перечислите основные параметры компрессорных решеток профилей; 7. Перечислите характеристики компрессорных решеток профилей;	Реферат защитывается в качестве текущего контроля изучаемого материала, если: – в реферате представлен в достаточно полном объёме материал, отвечающий на поставленные контрольные вопросы, которые должны быть освещены в реферате; – автор реферата показал владение основной и дополнительной литературой по теме реферата; – изложение материала реферата отличаются четкостью и логической последовательностью. Если перечисленные выше требования не выполнены, реферат преподавателем не защитывается в качестве текущего контроля изучаемого материала. Автор реферата должен его доработать в соответствии с полученными замечаниями преподавателя и представить его повторно на проверку преподавателю.
Защита отчета по ЛР №2. Экспериментальное определение параметров многоступенчатого осевого компрессора при его работе в системе авиационного ГТД.	***Типовые контрольные вопросы:*** 1. Какой режим работы компрессора называется расчётным? 2. Что называется рабочей линией на характеристики компрессора? 3. Что называется запасом газодинамической устойчивости? 4. Изобразите напорную кривую многоступенчатого компрессора и укажите на ней характерные режимы.	Зачет по лабораторной работе принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению лабораторных работ;

	5. Как влияет изменение частоты вращения на положение напорной кривой на характеристике компрессора. 6. В каких сечениях и какие параметры надо изменять для определения расхода воздуха, степени повышения давления и КПД каскадов компрессора.	- отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; - показано владение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и логической последовательностью.
Защита отчета по ЛР №3. Экспериментальное исследование совместной работы крайних ступеней осевого компрессора ТРДДсм	***Типовые контрольные вопросы:*** 1. Что называется коэффициентом расхода ступени компрессора? 2. Как изменяются коэффициенты расхода первой и последней ступени компрессора при изменении его приведенной частоты вращения? 3. Что характеризует коэффициент расхода ступени? 4. Объясните характеристику ступени компрессора. Объясните, как определяется расход воздуха через внутренний контур двигателя?	Зачет по лабораторной работе принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению лабораторных работ; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; - показано владение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и логической последовательностью.
Защита отчета по ЛР №4. Определение основных параметров каскадов турбины по результатам стендовых испытаний ТРДДсм	***Типовые контрольные вопросы:*** 1. Для чего предназначена турбина, входящая в состав авиационного газотурбинного двигателя? 2. Как изменяются давление, температура и скорость потока газов при прохождении через турбину? 3. Назовите основные параметры ступени турбины? 4. Какие потери существуют в ступени турбины? Как определить КПД ступени турбины при испытаниях двигателя?	Зачет по лабораторной работе принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению лабораторных работ; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы

		на контрольные вопросы; - показано владение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и логической последовательностью.
Защита отчета по ЛР №5. Определение основных параметров камеры сгорания по результатам стендовых испытаний ТРДДсм	***Типовые контрольные вопросы:*** 1. Как организуется процесс горения топлива в камерах сгорания? 2. Какими причинами вызывается снижение полного давления потока в камерах сгорания? 3. Обьясните влияние срыва пламени в камере сгорания при предельных значениях α? 4. Расскажите о системе измерений параметров газа в камере сгорания?	Зачет по лабораторной работе принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению лабораторных работ; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; - показано владение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и логической последовательностью.
Защита отчета по ЛР №6. Экспериментальное определение дроссельной характеристики ТРДДсм на стенде?	***Типовые контрольные вопросы:*** 1. Что называется дроссельной характеристикой ГТД прямой реакции? 2. Расскажите о системе измерения параметров воздуха и газа в проточной части двигателя для определения его тяги. 3. Расскажите о системе измерения расхода топлива в двигателе? 4. Объясните характер протекания тяги и удельного расхода топлива по частоте вращения? 5. Что называется удельным расходом топлива двигателя?	Зачет по лабораторной работе принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению лабораторных работ; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы

		на контрольные вопросы; - показано владение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и логической последовательностью.
Защита отчета по ЛР №7. Экспериментальное определение дроссельной характеристики ТВаД на стенде.	***Типовые контрольные вопросы:*** 1. Что называется дроссельной хараркеристикой ТВаД? 2. Расскажите об устройстве типичного стенда для испытания ТВаД. 3. Какие параметры воздуха и газа необходимо измерять на стенде для определения дроссельной характеристики? 4. Что называется удельным расходом топлива ТВаД? 5. Расскажите об особенностях управления вертолетным двигателем.	Зачет по лабораторной работе принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению лабораторных работ; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; - показано владение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и логической последовательностью.
Защита отчета по ЛР №8. Определение оптимальной величины обратной тяги двигателя для ВС Ту 154 М	***Типовые контрольные вопросы:*** 1. Объясните, как зависит эффективность применения реверса тяги ВС от различных состояний поверхносчти ВПП? 2. Как влияет реверс тяги на величину реализуемой обратной тяги при попадании реверсивных струй в двигатель? 3. В чем сущность методики ступенчатого управления реверсом тяги? 4. В чем сущность положительного импульса тяги при выключении реверса тяга?	Зачет по лабораторной работе принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению лабораторных работ; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы;

		- показано владение основной и дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и логической последовательностью.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в форме защиты отчета по выполненной лабораторной работе и выполненному реферату. Процедуры оценивания знаний, умений и навыков при текущем контроле успеваемости осуществляются последовательно по мере прохождения лекционного курса в соответствии с матрицей соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них профессиональных компетенций.

Защита реферата на семинаре осуществляется в начале занятия. Реферат должен включать материал, отвечающий на поставленные вопросы. Преподаватель должен видеть владение студента основной и дополнительной литературой. Материал должен быть изложен четко и логически. Автор реферата должен его доработать в соответствии с полученными замечаниями преподавателя и представить его повторно на проверку преподавателю.

Защита отчета по лабораторной работе осуществляется, как правило, в конце занятия. Преподаватель оценивает знания обучающегося по ответам на контрольные вопросы, умения и навыки оцениваются в ходе занятия. Если студент не отчитался на занятии, то защита отчета по лабораторной работе осуществляется (как и повторная сдача текущего контроля) в дни и часы СРС по согласованию с ведущим преподавателем. Результаты текущего контроля учитываются преподавателем в журнале учета занятий (или личном журнале преподавателя).

6.2 Промежуточная аттестация

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине.

Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
УК –1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	Знания, умения и навыки обучающихся на экзамене определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

1. Примените основные уравнения движения газа к двигателям и их элементам? *2. Объясните принципы профилирования лопаток ступени осевого компрессора?* *3. Рассказать о неустойчивых режимах работы ступени осевого компрессора.* *4. Перечислить особенности трансзвуковых ступеней осевых компрессоров.* *5. Многоступенчатые осевые компрессоры. Связь параметров компрессоров с параметрами ступеней.* *6. Форма проточной части и распределение работы сжатия по ступеням компрессора* *7. Получение и представление характеристик осевых компрессоров, особенности их протекания.* *8. Критерии подобия и характеристики осевых компрессоров в критериальной форме.* ОПК-1. Способен использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов. *1. Уравнение сохранения энергии. Примеры записи для элементов ГТД* *2. Обобщенное уравнение Бернулли. Примеры записи для элементов ГТД* *3. Уравнение Эйлера об изменении количества движения* *4. Течение воздуха в ступени осевого компрессора, треугольники скоростей* *5. Работа, затрачиваемая на вращение рабочего колеса ступени* *6. Основные параметры ступени осевого компрессора* *7. Принципы профилирования лопаток ступени осевого компрессора. Уравнение радиального равновесия* *8. Профилирование ступени осевого компрессора по закону постоянства циркуляции* *9. Основные параметры и характеристики компрессорных решеток* *10. Характеристики ступени осевого компрессора*	При определении оценки экзаменатор руководствуется следующим общими критериями. Оценка «отлично» выставляется при следующих условиях: • даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • правильно решена задача и показано умение грамотно применять полученные теоретические знания в практических целях; • показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой; • ответы отличаются четкостью, мысли излагаются в необходимой логической последовательности. Оценка «хорошо» выставляется при следующих условиях: • даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • правильно решена задача, но ход ее решения не является оптимальным; • даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы; • показаны глубокие знания основной литературы и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; • ответы в основном были четкими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность. Оценка «удовлетворительно» выставляется при следующих условиях: • даны в основном правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета, но без должной глубины и обоснования; • в решении задачи допущены отдельные ошибки, не приведшие к большим отклонениям от правильного ответа; • не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы; • показаны недостаточные знания основной литературы; • ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности. Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно».

	При выставлении зачетной оценки учитывается уровень методической подготовленности студента, а также аккуратность и логическая последовательность письменного изложения ответов на вопросы экзаменационного билета.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций

На основании вопросов для подготовки к дифференцированному зачету формируются билеты в количестве на 25-30% более списочного состава группы студентов.

Каждый билет включает в себя контрольные задания (вопросы), ответы на которые определяют сформированность всех компетенций, формируемых данной дисциплиной. Дисциплина «Теория авиационных двигателей» формирует 2 компетенции, поэтому каждый билет включает в себя 2 вопроса, каждый из которых определяет сформированность одной из компетенций или ее части. Первый вопрос по компетенции УК-1, второй вопрос по компетенции ОПК-1. Получение неудовлетворительной оценки по одному из вопросов говорит о несформированности соответствующей компетенции, что является недопустимым, поэтому в данном случае общая оценка за промежуточную аттестацию будет «неудовлетворительно».

Порядок подготовки и проведения промежуточной аттестации.

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с утвержденной рабочей программой по дисциплине, содержащей перечень вопросов, выносимых на дифференцированный зачет.

Дифференцированный зачет для студентов проводится устно.

За неявку студента без уважительной причины на дифференцированный зачет в день его проведения по расписанию выставляется неудовлетворительная оценка, и процесс последующей сдачи приравнивается к пересдаче.

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

а) основная литература:

1. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М., Котовский В.Н., Полев А.С. Теория авиационных двигателей, часть 1. /Под редакцией Ю.Н. Нечаева. – М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2012, 365 с.;

2. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М., Котовский В.Н., Полев А.С. Теория авиационных двигателей, часть 2. /Под редакцией Ю.Н. Нечаева. – М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2012, 447 с.;

3. Котовский В.Н., Комов А.А. Теория авиационных двигателей, часть 1, тексты лекций, 2013 г. 109 с.

4. Котовский В.Н., Комов А.А. Теория авиационных двигателей, часть 2, тексты лекций, 2013 г. 105 с.

б) дополнительная литература:

5. Казанджан П.К., Тихонов Н.Д. Теория авиационных двигателей. Теория лопаточных машин.– М.: Машиностроение, 1995, 316 с.;

6. Казанджан П.К., Тихонов Н.Д., Шулекин В.Т. Теория авиационных двигателей. – М.: Транспорт, 2000, 287 с.

в) учебно-методическая литература для проведения лабораторных работ и выполнения курсовой работы:

7. КомовА.А., Котовский В.Н., Медведев В.В. Теория авиационных двигателей. Лабораторный практикум, для студентов специальности 160901 и направления 162300 дневной всех форм обучения. - М.:МГТУГА, 2013,112 с.;

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" (ДАЛЕЕ - СЕТЬ "ИНТЕРНЕТ"), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- www.mstuca.ru - электронные ресурсы Университета - электронные версии пособий, методических разработок по всем видам учебной работы;
- http://www.mintrans.ru – официальный сайт Минтранспорта РФ;
- Электронные ресурсы библиотеки Университета - электронные версии пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы:
- http://www.mintrans.ru –официальный сайт Министерства транспорта РФ;
- http://www.favt.ru/ - Федеральное агентство воздушного транспорта;
- http://www.mlgvs.ru/library.html#search - Центральная нормативно-методическая библиотека ГА;
- Программы кафедры на алгоритмическом языке фортран и EXCELдля обработки результатов экспериментальных исследований при проведении лабораторных работ по дисциплине «Техническая термодинамика и теплопередача»;
- Электронные версии лекций пособия для выполнения курсовой работы по дисциплине.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении учебного курса «Теория авиационных двигателей» помимо посещения студентами лекций и активного участия в групповых формах занятий (лабораторные работы и практические занятия) учебным планом по данной дисциплине предусмотрена самостоятельная форма работы студентов. По каждой теме, включенной в рабочую программу, предусмотрено соответствующее количество часов на самостоятельное изучение некоторых вопросов. Вопросы на самостоятельную работу, по которым необходимо

углубленное изучение, позволяют подробно разобрать ситуации, рассмотрение и анализ которых будет способствовать становлению и развитию профессиональной компетентности, поможет приобрести навыки и умения, необходимые современному специалисту, обучающемуся по направлению подготовки 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей.

При этом необходимо учитывать следующие моменты.

Лекция - является основным видом аудиторной работы студентов. В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации и указания на самостоятельную работу.

При написании конспекта лекций необходимо кратко, схематично и последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки и обобщения. Помечать важные мысли, выделять ключевые слова и термины. Проверка терминов и понятий производится с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Следует обозначить вопросы, термины и материал, который вызывает трудности, помечать его и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или на лабораторном занятии.

Лабораторная работа. При подготовке к проведению лабораторной работы следует внимательно изучить содержание методического пособия по выполнению лабораторной работы и соответствующий лекционный материал. Следует также подготовить ответына контрольные вопросы, перечисленные в руководстве к проведению лабораторной работы.

Практические занятия, семинары и подготовка рефератов. При подготовке к проведению практического занятия, семинара и подготовке реферата следует проработать разделы рекомендованной литературы к предстоящему занятию, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию занятия. Проработать соответствующий раздел конспекта лекций и подготовить ответы на контрольные вопросы.

Подготовка к дифференцированному зачету. При подготовке к дифференцированному зачету необходимо ориентироваться на конспект лекций, рекомендуемую литературу и другие литературные источники.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

При чтении лекций по всем темам дисциплины активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов и анимаций с помощью программного приложения Microsoft Power Point (например, специализированные аудитории кафедры).

При этом перечень информационных технологий включает:

- сбор, хранение, систематизация и выдача учебной и научной информации;
- обработку текстовой, графической и эмпирической информации;
- подготовку, конструирование и презентацию итогов исследовательской и аналитической деятельности;
- самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных;
- использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Специализированные аудитории кафедры ДЛА (101 … 106Б, 202Б), оснащенная разрезами двигателей и оборудованием для проведения лабораторных работ.
2. Компьютер преподавателя HPP3130 PRO.
3. Интерактивная проекционная система SmartboartSBX 880i4/UF65.
4. Стенды чертежей разрезов различных типов авиационных двигателей.
5. Комплекты плакатов дисциплине «Теория авиационных двигателей».