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.35 Автоматика и управление авиационными двигателями**
(*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	3		
Форма обучения	очная		
Общий объём учебных часов на дисциплину	108	*часов*	3 *з.е.*
Семестр	5		
Объём аудиторной нагрузки	50	*часов*	
Лекции	18	*часов*	
Практические занятия			
Лабораторные работы	32	*часа*	
Курсовой проект			
Зачёт	5	*семестр*	
Дифференцированный зачёт			
Экзамен			
Объём самостоятельной работы студента	58	*часов*	

Ростов-на-Дону, 2022 г.

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

Цель освоения дисциплины - формирование у студентов знаний, умений и навыков в области общих принципов построения и классификации систем автоматического управления (САУ), регулируемых параметров, регулирующих факторов и программ регулирования авиационных ГТД, элементной базы гидромеханических САУ, систем регулирования и регуляторов отдельных параметров или элементов двигателя, а также перспектив развития САУ авиационных ГТД, необходимых для обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации гражданской авиационной техники.

Задачи изучения дисциплины:

-приобретение студентами знаний, необходимых для глубокого понимания теоретических и практических задач технического и организационного характера, возникающих при создании и эксплуатации САУ,

- приобретение базовых навыков и умений по проведению оценки качества технического обслуживания и ремонта САУ авиационных двигателей для поддержания и сохранения летной годности воздушных судов.

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

общепрофессиональные:

ОПК-3 Способен применять теорию технической эксплуатации и основы конструкции и систем воздушных судов; электрических и электронных источников питания; приборного оборудования и систем индикации воздушных судов; систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования;

ИД-1опк-3 определять техническое состояние авиационной техники в условиях эксплуатации;

знать:

-общие принципы построения и классификации систем автоматического управления, регулируемые параметры и регулирующие факторы (ОПК-3.1.14);

-возможные причины эксплуатационных отказов, связанных с нарушениями работы элементов САУ (ОПК-3.1.15);

уметь:

-выделять структурные элементы, используя принципиальные схемы и чертежи автоматических устройств авиационных ГТД (ОПК-3.2.10);

-определять характеристики типовых динамических звеньев САУ ГТД (ОПК-3.2.11);

- разрабатывать и предъявлять эксплуатационно-технические требования к новым образцам элементов САУ (ОПК-3.2.12);

владеть:

-навыком поиска неисправностей и анализа работы систем автоматического

управления при отказе отдельных элементов (ОПК-3.3.5);
ИД-5опк-3 оценивать работу систем автоматического управления по различным критериям;
знать:
-системы регулирования авиационных ГТД, их структуру (ОПК-3.1.43);
-общие принципы построения и классификации систем автоматического управления, регулируемые параметры и регулирующие факторы (ОПК-3.1.44);
-принципы действия, особенности конструктивного исполнения отдельных элементов и систем автоматического управления в целом (ОПК-3.1.45);
-основные структурные элементы системы управления ГТД и решаемые ими задачи (ОПК-3.1.46);
-системы регулирования авиационных ГТД, их структуры (ОПК-3.1.47);
-эксплуатационные характеристики отдельных элементов и систем автоматического управления в целом (ОПК-3.1.48);
-требования, предъявляемые к системам автоматического управления авиационных двигателей в соответствии с нормами летной годности и безопасности полетов (ОПК-3.1.49);
-влияние отдельных устройств или элементов авиационной автоматики на работу авиационных ГТД (ОПК-3.1.50);
уметь:
-классифицировать систему автоматического управления по ее принципиальной схеме (ОПК-3.2.31);
-анализировать и определять принцип работы системы автоматического управления (ОПК-3.2.32);
-оценивать САУ авиационных двигателей с позиций контроле пригодности (ОПК-3.2.33);
-предъявлять требования к проведению отладки автоматических систем и их отдельных элементов (ОПК-3.2.34);
-устанавливать возможные причины и проводить инженерный анализ эксплуатационных отказов элементов САУ (ОПК-3.2.35);
владеть:
-навыком анализа основных эксплуатационных характеристик регуляторов САУ ГТД (переходные, частотные, амплитудно-частотные, фазо-частотные, амплитудно-фазочастотные и др.) (ОПК-3.3.22);
-навыком анализа физических параметром САУ ГТД (ОПК-3.3.23);
-формирования требований к проведению отладки автоматических систем и их отдельных элементов (ОПК-3.3.24).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина *«Автоматика и управление авиационными двигателями»* относится к учебным дисциплинам обязательной части учебного плана образовательной программы направления подготовки (специальности) 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 «Высшая математика» (Б1.ОД.10), «Физика» (Б1.ОД.12), «Цифровая техника» (Б1.ОД.14), «Теория авиационных двигателей» (Б1.ОД.34), «Конструкция и прочность вертолетных ГТД» (Б1.ВД.М.2.3), «Конструкция и прочность авиационных двигателей» (Б1.ВД.М.1.3) в частности:

знать:
-основные понятия, законы и методы высшей математики, их теоретические основания и практическое применение в профессиональной деятельности;
-фундаментальные физические законы, описывающие процессы и явления в природе;
-принятые в естественных науках методы познания и эксперимента;
-научно-технической информации по математическому моделированию характеристик авиационных силовых установок;
-достижений отечественной и зарубежной науки в области анализа процессов, происходящих в авиационных силовых установках;

уметь:
-применять методы высшей математики в рамках дисциплины и при решении профессиональных задач;
-применять физические законы для объяснения функционирования механизмов, явлений природы;
-составлять программы расчета параметров и характеристик авиационных силовых установок на основе их математических моделей;
-моделировать с помощью прикладных программ параметры и характеристики авиационных силовых установок в различных условиях эксплуатации;

владеть:
-навыками применения физических законов для проведения оценок значений параметров физических систем;
-навыками системного анализа параметров и характеристик авиационных силовых установок в процессе их технической эксплуатации;

Дисциплина *«Автоматика и управление авиационными двигателями»* направлена на обеспечение дисциплин «Техническая диагностика авиационной техники» (Б1.ОД.32), «Исследование операций и системный анализ» (Б1.ОД.36).

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
			Л	Пр	Лаб	СРС	
1.	**РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ГТД**	**5**	**6**			**18**	
2.	Тема 1.1 Принципы управления, построения и алгоритмы функционирования систем автоматического управления (САУ). Системы автоматического управления (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ)	5	2			5	
3.	Тема 1.2 Система управления авиационными ГТД как составная часть АС управления АГТСУ. Точность и устойчивость САУ	5	2			4	
4.	Тема 1.3 Газотурбинные двигатели как объекты управления	5	2			9	
6.	**РАЗДЕЛ 2 УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ГТД**	**5**	**4**		**16**	**16**	
7.	Тема 2.1 Системы управления частотой вращения ротора ГТД	5	2		16	8	Защита отчета по ЛР № 1
8.	Тема 2.2 Система управления степенью повышения (понижения) давления	5	2			8	
10.	**РАЗДЕЛ 3 АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТАМИ ГТД**	**5**	**8**		**16**	**24**	
11.	Тема 3.1 Автоматизация процессов приемистости и запуска авиационных ГТД	5	2			6	
12.	Тема 3.2 Автоматические системы осевых компрессоров	5	2		16	6	Защита отчета по ЛР № 2
13.	Тема 3.3 Автоматические ограничители неуправляемых величин	5	2			6	
15.	Тема 3.4 Электронные цифровые и аналоговые САУ ГТД	5	2			6	Защита КДЗ
16.	Форма промежуточной аттестации - зачет	5					
	ИТОГО:		18		32	58	

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

Разделы дисциплины, темы (наименования)	*Количество часов*	*Компетенции (знания, умения, навыки)*																						
		ОПК-3.1.14	ОПК-3.1.15	ОПК-3.1.43	ОПК-3.1.44	ОПК-3.1.45	ОПК-3.1.46	ОПК-3.1.47	ОПК-3.148	ОПК-3.1.49	ОПК-3.1.50	ОПК-3.2.10	ОПК-3.2.11	ОПК-3.2.12	ОПК-3.2.31	ОПК-3.2.32	ОПК-3.2.33	ОПК-3.2.34	ОПК-3.2.35	ОПК-3.3.5	ОПК-3.3.22	ОПК-3.3.23	ОПК-3.3.24	Σ общее коли чество
РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ГТД	24																							
Тема 1.1 Принципы управления, построения и алгоритмы функционирования систем автоматического управления (САУ). Системы автоматического управления (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ)	7		+		+		+				+				+				+			+	+	1
Тема 1.2 Система управления авиационными ГТД как составная часть АС управления АГТСУ. Точность и устойчивость САУ	6			+				+			+		+					+			+		+	1
Тема 1.3 Газотурбинные двигатели как объекты управления	11	+									+				+			+					+	1
РАЗДЕЛ 2 УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ГТД	36																							
Тема 2.1 Системы управления частотой вращения ротора ГТД	26		+			+			+		+		+			+		+						1
Тема 2.2 Система управления степенью повышения (понижения) давления	10										+				+			+		+		+		1
РАЗДЕЛ 3 АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТАМИ ГТД	48																							
Тема 3.1 Автоматизация процессов приемистости и запуска авиационных ГТД	8			+			+				+					+		+					+	1
Тема 3.2 Автоматические системы осевых компрессоров	24										+						+	+			+	+		1
Тема 3.3 Автоматические ограничители неуправляемых величин	8								+				+		+			+			+			1
Тема 3.4 Электронные цифровые и аналоговые САУ ГТД	8			+		+					+				+			+					+	1
Итого:	108																							1

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ГТД

Тема: 1.1 Принципы управления, построения и алгоритмы функционирования систем автоматического управления (САУ). САУ (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ)

Лекция 1. Принципы управления, построения и алгоритмы функционирования систем автоматического управления (САУ). САУ (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ). (2 часа)

Обоснование необходимости применения САУ для обеспечения надежного и эффективного управления АГТСУ. Краткие сведения об истории развития автоматических систем управления.

Определение САУ АГТСУ, состав, назначение, основные требования. Системы и устройства силовых установок, работа которых управляется с помощью автоматических систем. Классификация основных типов АС управления современных АГТСУ. Система автоматического управления (регулирования) авиационного ГТД как основной элемент САУ АГТСУ воздушных судов гражданской авиации.

Литература: [1, с. 6-45; 9 с. 11-15].

Самостоятельная работа студентов 1. САУ (регулирования) авиационных газотурбинных силовых установок (АГТСУ). (5 часов).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: пути реализации технических требований к автоматическим системам АГТСУ

Литература: [1, с. 6-45; 5 с.5-10].

Тема 1.2 Система управления авиационными ГТД как составная часть АС управления АГТСУ. Точность и устойчивость САУ

Лекция 2. Система управления авиационными ГТД как составная часть АС управления АГТСУ. Точность и устойчивость САУ. (2 часа)

Основные режимы работы авиационных ГТД, дроссельные характеристики. Регулируемые параметры и регулирующие факторы авиационных газотурбинных двигателей. Требования к регулируемым параметрам. Программы регулирования одновального ТРД, двухвального ТРД или ТРДД и ТВД. Изменение различных параметров двигателей при изменении внешних условий (например, температуры окружающего воздуха) для различных программ регулирования. Влияние программы регулирования на положение рабочей линии или линии рабочих режимов при дросселировании двигателя на характеристики компрессора.

Литература: [2, с. 7-27; 9, с. 9-11].

Самостоятельная работа студентов 2. Система управления авиационными ГТД как составная часть АС управления АГТСУ. Точность и устойчивость САУ. (4 часа).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: изменение различных параметров двигателей при изменении внешних условий. Влияние эксплуатационных факторов на точность регулирования и устойчивость САУ

Литература: [2, с. 7-27, 104-107; 9, с. 9-11].

Тема: 1.3 Газотурбинные двигатели как объекты управления

Лекция 3. Газотурбинные двигатели как объекты управления. (2 часа)

Динамические свойства ГТД по частоте вращения. Понятие о собственной устойчивости двигателя. Влияние температуры газов перед турбиной на динамические свойства и устойчивость авиационных ГТД. Самовыравнивание энергетического объекта. Признаки собственной устойчивости двигателя.

Уравнение одновального ТРД как объекта регулирования при независимой системе подачи топлива. Определение постоянных коэффициентов дифференциального уравнения одновального ТРД с помощью экспериментальных характеристик отдельных элементов. Влияние на устойчивость ГТД системы топливоподачи с приводным топливным насосом.

Особенности уравнений ТВД и двухвальных ГТД как объектов регулирования.

Литература: [1, с. 53-67; 5, с. 30-36].

Самостоятельная работа студентов 3. Газотурбинные двигатели как объекты управления. (9 часов).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: Определение постоянных коэффициентов дифференциального уравнения одновального ТРД с помощью экспериментальных характеристик отдельных элементов.

Литература: [1, с. 53-67; 5, с. 30-36].

РАЗДЕЛ 2 УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ГТД

Тема: 2.1 Системы управления частотой вращения ротора ГТД

Лекция 4. Системы управления частотой вращения ротора ГТД. (2 часа)

Системы ручного управления частотой вращения ротора ГТД. Области их применения. Функциональные и принципиальные схемы ручного управления с регуляторами постоянной подачи топлива. Эксплуатационные свойства таких систем.

Автоматические системы управления частотой вращения роторов ТД. Назначение систем, эксплуатационные и метрологические требования к ним. Применяемые регуляторы: типы, сравнительная оценка, характеристики.

АС управления частотой вращения роторов серийных ГТД с регуляторами, имеющими различные корректирующие устройства.

Статические и динамические характеристики АС, способы их измерения и отладки. Характерные неисправности систем управления и их влияния на безопасность полетов. Мероприятия по повышению надежности и долговечности систем управления частотой вращения ротора ГТД.

Литература: [1, с. 148-198; 2, с. 246-254].

Лабораторная работа №1. Изучение принципов работы и состава типовых САР частоты вращения авиационных ГТД (16 часов)

Литература: [2, 226-229].

Самостоятельная работа студентов 4. Системы управления частотой вращения ротора ГТД. (8 часов).

Проработка лекционного материала. Подготовка к защите лабораторной работы № 1.

Темы для самостоятельного изучения: особенности электронных устройств аналогового типа в комбинированных системах управления на основе расхода топлива. Характерные неисправности систем управления и их влияния на безопасность полетов. Мероприятия по повышению надежности и долговечности систем управления частотой вращения ротора ГТД

Литература: [1, с. 198-203; 2, с. 246-254].

Тема: 2.2 Система управления степенью повышения (понижения) давления.

Лекция 5. Система управления степенью повышения (понижения) давления. (2 часа)

Обоснование необходимости применения систем повышения (понижения) давления в авиационных ГТД. Пневматические датчики отношения давлений: принципиальное устройство характеристики, области существования возможных режимов, настройка (регулирование) датчика. Пневматический редуктор.

Системы управления степенью повышения давлений в компрессоре авиационного ГТД. Функциональные и принципиальные схемы систем. Регулятор степени повышения давлений в компрессоре: принципиальная схема, работа, достоинства и недостатки.

Литература: [2, с. 264-265; 9, с. 255-262]

Самостоятельная работа студентов 5. Система управления степенью повышения (понижения) давления. (8 часов).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: контур автоматического управления компрессора ГТД

Литература: [1, с. 295-334; 2, с. 264-265;].

РАЗДЕЛ 3 АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТАМИ ГТД

Тема: 3.1 Автоматизация процессов приемистости и запуска авиационных ГТД

Лекция 6. Автоматизация процессов приемистости и запуска авиационных ГТД. (2 часа)

Необходимость автоматизации процессов приемистости и запуска. Обоснование оптимальных программ приемистости и запуска авиационных ГТД; основные элементы САУ, обеспечивающие выполнение этих программ, принципиальные схемы и особенности их работы.

Системы автоматизации процессов приемистости и запуска, эксплуатационные и метрологические требования к ним; основные принципы

построения. Автоматы приемистости и запуска, их классификация и особенности работы. Функциональные и принципиальные схемы автоматов приемистости различных типов. Характерные неисправности и их влияние на безопасность полетов.

Литература: [1, с. 204-267; 2, с. 254-259].

Самостоятельная работа студентов 6. Автоматизация процессов приемистости и запуска авиационных ГТД. (6 часов).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: ограничители нарастания давления топлива перед форсунками.

Литература: [1, с. 204-267; 9, с. 236-243].

Тема: 3.2 Автоматические системы осевых компрессоров

Лекция 7. Автоматические системы осевых компрессоров. (2 часа)

Характеристики компрессора, влияние расчетной степени повышения давления на положение рабочей линии, обоснование необходимости механизации компрессора.

Задачи автоматизации осевых компрессоров, принцип работы АС осевых компрессоров и требования к ним. АС управления перепуском воздуха и поворотными лопатками. Законы управления, функциональные и принципиальные схемы, статические и динамические свойства, эксплуатационная оценка.

Примеры исполнения систем управления механизацией компрессоров, примеры их работы и отладка в эксплуатации. Характерные неисправности и их влияние на безопасность полетов.

Литература: [1, с. 318-334; 9 с. 292-314].

Лабораторная работа №2. Принципы построения САУ на базе цифрового регулятора. Определение параметров ШИМ-сигнала для системы регулирования компрессора ТРДД по заданной программе управления (16 часов)

Литература: [2, с. 246-253].

Самостоятельная работа студентов 7. Автоматические системы осевых компрессоров. (6 часов).

Проработка лекционного материала. Подготовка к лабораторной работе № 2.

Темы для самостоятельного изучения: системы перепуска воздуха, система автоматического управления направляющими аппаратами.

Литература: [2, с. 278-280; 9 с. 292-314].

Тема: 3.3 Автоматические ограничители неуправляемых величин

Лекция 8. Автоматические ограничители неуправляемых величин. (2 часа)

Автоматические системы ограничения неуправляемых параметров современных АГТСУ. Назначение ограничителей и их роль в обеспечении надежности работы авиационных силовых установок и безопасности полетов, эксплуатационные и метрологические требования к ограничителям. Классификация ограничителей. Применение ограничителей в разомкнутых и замкнутых САУ.

Практическая реализация ограничителей на серийных ГТД, их эксплуатационные характеристики и отладка.

Литература: [1, с. 268-294; 2, с. 5, с. 138-156].

Самостоятельная работа студентов 8. Автоматические ограничители неуправляемых величин. (6 часов).

Проработка лекционного материала.

Темы для самостоятельного изучения: системы предупреждения и вывода двигателя из помпажа.

Литература: [1, с. 268-294; 2, с. 5, с. 138-156].

Тема: 3.4 Электронные цифровые и аналоговые САУ авиационных ГТД.

Лекция 9. Электронные цифровые и аналоговые САУ авиационных ГТД. (2 часа)

Обоснование необходимости совершенствования существующих гидромеханических САУ ГТД и перехода к электронным автоматическим системам управления. Общие принципы построения электронных систем управления. Принципы действия систем регулирования и диагностирования при аналоговых и цифровых САУ. Согласующие устройства электронных САУ. Устройства отображения информации. Бортовая ЭВМ и ее программное обеспечение для эффективной работы электронных САУ.

Роль гидромеханических элементов в САУ с бортовой ЭВМ.

Литература: [1, с. 486-533; 2, с. 285-307].

Самостоятельная работа студентов 9. Электронные цифровые и аналоговые САУ авиационных ГТД. (6 часов).

Проработка лекционного материала. Подготовка к защите лабораторной работе № 2.

Темы для самостоятельного изучения: обеспечение надежности систем управления СУ на основе БЦВМ и их эксплуатационные особенности.

Литература: [1, с. 486-533; 2, с. 285-307].

Выполнение контрольной домашней работы (КДЗ).

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

Самостоятельная работа студентов по дисциплине *«Автоматика и управление авиационными двигателями»* способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки работы по ознакомлению с принципиальными типовыми САУ ГТД; построению математических моделей САУ ГТД, а также структурных и принципиальных схем САУ, анализу работы САУ по принципиальной схеме, определению элементов регулятора, которые наиболее подвержены эксплуатационным воздействиям и предсказанию последствий от таких воздействий. Она проводится в следующих видах:

- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к отчетам по лабораторным занятиям;

– подготовка к зачету.

Для самостоятельной работы студенту рекомендуется следующая литература:

Черкасов Б.А. Автоматика и регулирование воздушно-реактивных двигателей. М.: Машиностроение, 1988. 360 с.

Никонов В.В. Основы автоматики. Пособие по изучению дисциплины для студентов 3 курса специальности 160901 всех форм обучения. М.: МГТУ ГА, 2006. 28 с.

Штода А.В. Автоматика авиационных двигателей.- М. Издание ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1968. – 460 с.

Никонов В.В. Моделирование переходных процессов в системах автоматического регулирования ГТД. Пособие к выполнению лабораторных работ по дисциплине Основы автоматики. М.: МГТУ ГА, 2002. 20 с.

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

6.1 Текущий контроль успеваемость

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Форма текущего контроля	Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
Защита отчет по ЛР №1 Изучение принципов работы и состава типовых САР частоты вращения авиационных ГТД	1. Понятие структурной схемы. 2. Понятие функциональной схемы. 3. Принцип работы астатического, регулятора с жесткой обратной связью и изодромного регулятора 4. Влияние эксплуатационных факторов на работу регулятора 5. Основные элементы регулятора 6. Корректирующие устройства в виде обратной связи. 7. Преимущества и недостатки регуляторов, использующих жесткую и изодромную обратную связь 8. Статическая ошибка регулирования	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 овладение основной и

Защита отчет по ЛР № 2 Принципы построения САУ на базе цифрового регулятора. Определение параметров ШИМ-сигнала для системы регулирования компрессора ТРДД по заданной программе управления	1. Контур автоматического управления компрессором. Общая характеристика, состав и назначение. 2. Способы управления осевыми компрессорами. Управляющие факторы и управляемые параметры. 3. Задачи автоматизации компрессоров. 4. Системы перепуска воздуха. 5. Системы поворота лопаток направляющих аппаратов. 6. Принципы построения САУ на базе цифрового регулятора. 7. Общая структурная схема цифровой САУ. 8 Широтно-импульсная модуляция сигнала	дополнительной литературой; -ответы отличаются четкостью и в логической последовательности.
Защита контрольного домашнего задания (КДЗ)	1 Какая структурная схема в КДЗ. 2 Какая функциональная схема в КДЗ. 3 Какие критерии устойчивости применялись в КДЗ 4 Чем, тот или другой критерий отличается друг от друга. 5 Что такое обратная связь, и какие связи бывают.	Зачет по КДЗ принимается при выполнении следующих условий: - отчет соответствует требованиям, изложенным в Пособии по выполнению КДЗ; - отчет выполнен аккуратно и без ошибок в расчетах; - даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы; - показано овладение 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 выполненным лабораторным работам. 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 компетенций.

Защита отчета по лабораторным работам 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 лабораторным работам 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).

Защита КДЗ осуществляется во время занятия и представляет из себя опрос обучаемого по пройденным темам и проверку выполнения им отчета о КДЗ.

6.2 Промежуточная аттестация

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине

Промежуточная аттестация – оценка качества освоения студентом учебной дисциплины в целом, в том числе степени сформированности компетенций, знаний, умений и навыков, проводимая на зачете. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета.

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине.

Типовые контрольные задания (вопросы)	**Критерии оценивания**
ОПК-3 Способен применять теорию технической эксплуатации и основы конструкции и систем воздушных судов; электрических и электронных источников питания; приборного оборудования и систем индикации воздушных судов; систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования. 1. Определение автоматики. Пример автоматических систем. Обоснование необходимости применения САУ на воздушных судах ГА. 2. Система автоматического регулирования. Определение, функциональная схема. Цели и задачи автоматического управления. 3. Влияние автоматики на повышение безопасности и надежности авиационной техники. 4. Понятие структурной схемы. Понятие функциональной схемы. Системы прямого и непрямого действия. Состав регуляторов. 5. Классификация САУ. Замкнутые и разомкнутые САУ. Исполнительные элементы. Предназначение, требования, классификация и основные типы. Топливные насосы и их классификация.	**«Зачет»** по дисциплине принимается при выполнении следующих условий: -даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в билете; -правильно решена задача и показано умение грамотно применять полученные теоретические знания в практических целях; -показано овладение основной и дополнительной литературой; -ответы отличаются четкостью, мысли излагаются в необходимой логической последовательности. **«Незачет»** выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить «Зачет». При выставлении «зачета» учитывается уровень методической подготовленности студента, а также аккуратность и логическая

6. Виды переходных процессов ГТД, особенности работы САУ при переходных процессах. Необходимость автоматизации приёмистости и сброса газа. Автомат приемистости ГТД. 7. Этапы запуска ГТД. Топливный автомат запуска, типы, назначения и требования. Пневматический топливный автомат запуска. Принцип действия и функциональная схема. Отличия пневматического и временного ТАЗ. Комбинированный ТАЗ. 8. Ограничители неуправляемых величин. Контур автоматического управления компрессором. Общая характеристика, состав и назначение. 9. Способы управления осевыми компрессорами. Управляющие факторы и управляемые параметры. Задачи автоматизации компрессоров. Системы перепуска воздуха. Системы поворота лопаток направляющих аппаратов. 10. Требование к быстродействию регулятора температуры газа. Особенности использования термопар. 11. Регулятор πк. Регулятор πт. Ограничитель нарастания давления топлива. 12. Принципы построения САУ на базе цифрового регулятора. Структурная схема цифровой САУ. 13. Назначение САУ и системы топливопитания двигателя ПС-90А. Концепция построения САУ-90. 14. Программы управления двигателем ПС-90А на основной автоматике. 15. Программы управления двигателем ПС-90А на резервной автоматике. 16. Основные агрегаты САУ двигателя ПС-90А и их назначение. Основные программы регулирования используемые на этапа запуска двигателя ПС-90А. 17. Новые направления и перспективы развития САУ ГТД.	последовательность письменного изложения ответов на вопросы билета.

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

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности осуществляется на основе Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (МГТУ ГА).

Зачет для студентов проводится устно.

На основании вопросов для подготовки к зачету формируются билеты в количестве на 25-30% более списочного состава группы студентов. Каждый билет включает в себя 2 вопроса, ответы на которые определяют сформированность компетенции, формируемой данной дисциплиной. 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 неудовлетворительной.

Порядок подготовки и проведения промежуточной аттестации

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

Зачет для студентов проводится устно. Для непосредственной подготовки студентов к промежуточной аттестации предусматривается время. На подготовку к ответу обучающемуся выделяется время до 30 минут.

Неявка студента без уважительной причины на зачет в день его проведения по расписанию приравнивается к академической задолженности.

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

а) основная литература:

1. Петрова А.М. Автоматическое управление. М.: ФОРУМ, 2010. 240 с.
2. Чичков Б.А. Системы самолета и двигателя (раздел «Системы двигателя»). М.: МГТУ ГА, 2016. 16 с.
3. Глухов В. В. Автоматика и управление. М.: МГТУ ГА, 2015. 20 с.

б) дополнительная литература:

4. Никонов В.В. Основы автоматики. М.:МГТУ ГА, 2005. 32 с.
5. Никонов В.В. Автоматическое управление авиадвигателями. М.: МГТУ ГА, 2008. 36 с.
6. Медведев В.В. Автоматическое управление авиадвигателями. М.: МГТУ ГА, 2008. 56 с.
7. Никонов В.В. Автоматика и управление. Часть 1. Основные понятия, элементы и математические модели. Текст лекций. М.: МГТУ ГА, 2002. 97 с.
8. Никонов В.В. Автоматика и управление. Часть 2. Анализ и синтез систем автоматического управления. Текст лекций. М.:МГТУ ГА, 2005. 95 с.
9. Черкасов Б.А. Автоматика и регулирование воздушно-реактивных двигателей. М.: Машиностроение, 1988. 360 с.
10. Арховский В.Ф., Серегин Ю.Н. Основы автоматического регулирования, М, «Машиностроение», 1974, 208 с.
11. Никонов В.В. Основы автоматики. Пособие по изучению дисциплины для студентов 3 курса специальности 160901 всех форм обучения. М.: МГТУ ГА, 2006. 28 с.
12. Никонов В.В. Моделирование переходных процессов в системах автоматического регулирования ГТД. Пособие к выполнению лабораторных работ по дисциплине Основы автоматики. М.: МГТУ ГА, 2002. 20 с.
13. Караваев Ю.А. Автоматика и управление: курс лекций / Ю.А. Караваев, П.К. Кузин, С.В.Пахомов. - Иркутск: ИВВАИУ, 1999. с. 4 – 16. У-1187.

14. Сиротин Г.Г. Автоматика и управление: Учебное пособие / Сиротин Г.Г., Фролов В.Б., Коляда А.И. – М.: ВВИА, 2007. с. 3 – 7. У-2186.
15. Чумак А.Г. Автоматика и управление: Учебное пособие / А.Г. Чумак, С.А. Маяцкий, А.В. Переславцев. - Ставрополь: СВВАИУ (ВИ), 2008. с. 6 – 9. У-1614.
16. Гальперин М.В. Автоматическое управление: учебник. – М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2007. – 224 с.
17. Штода А.В. Автоматика авиационных двигателей.- М. Издание ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1968. – 460 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.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении учебного курса «*Автоматика и управление авиационными двигателями*» помимо посещения студентами лекций и активного участия в групповых формах занятий (практические занятия, лабораторные работы) учебным планом по данной дисциплине предусмотрена самостоятельная форма 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 одним из основных 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 на практические занятия и указания на самостоятельную работу.

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.

Лабораторная работа. Проработка методического пособия по выполнению лабораторной работы. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.

Подготовка к зачету. При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспект лекций, рекомендуемую литературу и др. Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с утвержденной рабочей программой по дисциплине, содержащей перечень вопросов, выносимых на зачет.

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 с помощью программного приложения Microsoft Power Point (например, специализированные аудитории кафедры). На практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные с помощью программного приложения Microsoft Power Point, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

При этом перечень информационных технологий включает:

-сбор, хранение, систематизация и выдача учебной и научной информации;

-обработка текстовой, графической и эмпирической информации;

-подготовка, конструирование и презентация 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

Специализированный класс «Лаборатория основ автоматизации и регулирования АД» кафедры ДЛА (ауд. 103Б, 102Б), оснащенный современным оборудованием и мультимедийными средствами для проведения практических занятий и лабораторных работ, в том числе:

-Компьютер преподавателя FORMOZA (Intel Core 2 Duo 2,67 ГГц/ ОЗУ 2,93 ГБ/ CD-RW) – 1 шт.;

-Проекционная система Panasonic LCD Projector PT-LB51NTE;

-Акустическая система Creative Lab INSPIRE T3000;

-Компьютеры учебного класса FORMOZA (Intel Core2 Duo 2,67 ГГц/ ОЗУ 2,93 ГБ/ CD-RW) – 5 шт.

-Монитор NEC MultiSync EA191M – 6 шт.

-Учебный лабораторный стенд № 01350441 «Системы управления двигателями»;

-Стенд «Качающие узлы топливных насосов»;

-разрезной макет двигателя Д-30;

-разрезной макет двигателя Д-36;

-разрезной макет двигателя ГТД-350;

-разрезной макет двигателя ТВ2-117;

-разрезной макет двигателя ТВ3-117;

-разрезной учебный макет насоса-регулятора НР-30КУ;

-разрезной учебный макет насоса-датчика НД-55А;

-элементы автоматической системы частоты вращения изд.89;

-разрезные макеты элементов систем автоматического управления авиационных двигателей: плунжерных насосов, клапанов перепуска, клапанов постоянного давления, топливных автоматов запуска и автоматов приемистости, чувствительных элементов системы регулирования оборотов, ВИШ, измерительного устройства давления мембранного типа и др.