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.ВД.М.1.4 Системы 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	3		
Форма обучения	очная		
Общий объём учебных часов на дисциплину	144 *часа*	4 *з.е.*	
Семестр	6		
Объём аудиторной нагрузки	46 *часов*		
Лекции	12 *часов*		
Практические занятия	10 *часов*		
Лабораторные работы	24 *часа*		
Курсовой проект			
Зачёт			
Дифференцированный зачёт			
Экзамен	6 *семестр*		
Объём самостоятельной работы студента	98 *часов*		

Ростов-на-Дону, 2022 г.

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

Целью освоения дисциплины «Системы авиационных двигателей» является является формирование у обучаемых необходимых знаний и умений, а также привитие практических навыков в области конструкции и ТО систем авиационных газотурбинных двигателей в объеме, необходимом для подготовки специалистов, осуществляющих техническое обслуживание летательных аппаратов (самолетов) и авиационных двигателей в ГА в рамках поддержания летной годности воздушных судов. Указанная цель достигается решением задач, выраженных ниже в характеристиках результатов обучения по компетенциям.

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:

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

уметь:

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

профессиональные:

ПК-1 - Способен к организации и проведению технического и технологического обслуживания воздушных судов на всех этапах технической эксплуатации летательных аппаратов (ЛА) и двигателей.

ИД-5$_{ПК-1}$ - применять знания основ конструкции ЛА и двигателей, имеющие отношение к их техническому обслуживанию.

Результаты обучения:

знать:

ПК-1.1.57 - принципы построения, состав систем силовой установки воздушного судна;

ПК-1.1.58 - нормативные документы по выполнению принципиальных гидравлических схем систем;

ПК-1.1.61 - перечень параметров и порядок сбора и обработки данных, контролируемых и регистрируемых при эксплуатации систем силовых установок воздушных судов;

ПК-1.1.62 - типичные неисправности систем авиационных двигателей, способы их предупреждения и обнаружения;

ПК-1.1.63 - меры безопасности при ТО систем авиационных двигателей;

ПК-1.1.67 - назначение, состав и работу топливной, масляной, пусковой, воздушной, противообледенительной и противопожарной систем, системы привода реверсивного устройства силовых установок воздушных судов;

ПК-1.1.68 - типичные характеристики (параметры) систем в зависимости от режима работы двигателя, особенности назначения допустимых значений и регулировок;

уметь:

ПК-1.2.57 - выполнить построение принципиальных гидравлических систем силовых установок воздушных судов;

ПК-1.2.58 - анализировать схемы систем авиационных двигателей;

ПК-1.2.61 - анализировать и прогнозировать техническое состояние систем ГТД в процессе эксплуатации;

ПК-1.2.62 - анализировать и предвидеть последствия влияния различных конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов на работу и техническое состояние систем ГТД;

ПК-1.2.65 - формулировать и обосновывать основные требования, предъявляемые к системам ГТД и их параметрам;

ПК-1.2.66 - описать принципы построения, состав, работу и контролирование систем силовой установки воздушного судна;

владеть:

ПК-1.3.32 - навыками анализа и выполнения схем систем авиационных двигателей;

ПК-1.3.34 - анализом данных, получаемых с использованием систем контроля и регистрации параметров;

ПК-1.3.35 - методами поиска неисправностей систем авиационных двигателей;

ПК-1.3.38 - методическими основами анализа конструктивных решений систем силовых установок воздушных судов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Системы авиационных двигателей» относится к учебным дисциплинам Б1.ВД- части, формируемой участниками образовательных отношений (модуль 1 – Техническая эксплуатация самолетов) 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 Б1.ОД.10- Высшая математика; Б1.ОД.12- Физика; Б1.ОД.15- Электронные приборные системы; Б1.ОД.21- Сопротивление материалов; Б1.ОД.32- Техническая диагностика авиационной техники; Б1.ОД.34- Теория авиационных двигателей; Б1.ВД.М.1.3 Конструкция и прочность авиационных двигателей, в частности:

знать основные понятия, законы и методы высшей математики, их теоретические основания и практическое применение в профессиональной деятельности (ОПК-1.1.1); фундаментальные физические законы, описывающие процессы и явления в природе, принятые в естественных науках методы познания и эксперимента (ОПК-1.1.22); принятые в естественных науках методы познания и эксперимента (ОПК-1.1.23); прикладных алгоритмов и программ расчета параметров и характеристик авиационных силовых установок (ОПК-1.1.16); общие законы физики, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел (ОПК-1.1.27); принцип действия, устройство и работу электронных приборных систем (ОПК-3.1.51); основные методы расчета конструкций деталей и узлов общего назначения (ОПК-1.1.32); общие критерии работоспособности деталей машин (ОПК-1.1.33); инженерные методы оценки влияния эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность АТ и безопасность полетов (ОПК-3.1.11); условия работы узлов и деталей, основы расчета эксплуатационных нагрузок, виды повреждаемости (ОПК-3.1.12); нормативно-техническую документацию по технической диагностике и неразрушающему контролю (ОПК-3.1.13); факторы, влияющие на техническое состояние авиационных двигателей в процессе эксплуатации (ПК-1.1.37); принципы оценки технического состояния узлов авиационных двигатлей (ПК-1.1.38); 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 применять методы высшей математики в рамках дисциплины и при решении профессиональных задач (ОПК-1.2.1); применять физические законы для объяснения функционирования механизмов, явлений природы (ОПК-1.2.16); применять законы физики и естественных наук при расчетах на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций (ОПК-1.2.20); применять знания физики, механики, сопротивления материалов, взаимозаменяемости, технологии материалов при проектировании деталей и узлов механизмов и

машин (ОПК-1.2.21); обосновывать оптимальные параметры конструкций с использованием расчетов на прочность и жесткость (ОПК-1.2.22); выявлять причины возникновения неисправностей и разрабатывать алгоритмы их обнаружения (ОПК-3.2.7); выбирать оптимальные методы и средства диагностического контроля для постановки диагноза (ОПК-3.2.8); анализировать и прогнозировать техническое состояние АТ в процессе эксплуатации (ОПК-3.2.9); описать конструкцию двигателя самолета и его узлов с использованием технической документации, изображений сборочных единиц и образцов авиационной техники (ПК-1.2.29); классифицировать факторы, влияющие на техническое состояние авиационных двигателей в процессе эксплуатации (ПК-1.2.33); классифицировать основные неисправности узлов авиационных двигателей (ПК-1.2.34); выполнить оценку статической и динамической прочности авиационных двигателей (ПК-1.2.37); оценить спектр собственных частот и форм колебаний конструкций авиационных двигателей (ПК-1.2.38); сформулировать способы обеспечению работоспособности конструкций авиационных ГТД в эксплуатации и показать на примерах выполненных конструкций (ПК-1.2.40); анализировать полетную информацию, касающуюся параметров и характеристик авиационных двигателей и принимать соответствующие управленческие решения в соответствии с этим анализом (ОПК-1.2.32);

владеть навыками применения физических законов для проведения оценок значений параметров физических систем (ОПК-1.3.12); методикой расчета и конструирования узлов и деталей машин (ОПК-1.3.16); методами работы с учебной, научной, технической и эксплуатационной документацией (ОПК-3.3.2); навыками и опытом оптимизации диагностических функций и тестов (ОПК-3.3.3); навыками постановки диагноза в условиях ограниченной информации (ОПК-3.3.4); навыками чтения, выполнения и оформ-ления чертежей узлов и деталей ГТД (ПК-1.3.20); анализом особенностей конструкции авиационных двигателей, оказывающих влияние на их техническое состояние (ПК-1.3.22); расчетными и экспериментальными методами оценки статической и динамической прочности основных элементов конструкций авиационных двигателей с учетом особенностей их нагружения в эксплуатации и конструктивных особенностей (ПК-1.3.24).

Дисциплина «Системы авиационных двигателей» выступает опорой для следующих дисциплин: Б1.ОД.17- Безопасность полётов; Б1.ВД.М.1.5- Техническая эксплуатация ЛА и АД.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет ___4__ зачетные единицы, _144_ часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	СРС	
1.	**РАЗДЕЛ. 1. МАСЛЯНЫЕ СИСТЕМЫ ГТД.**	**6**	**2**	**2**	**4**	**20**	Защита ЛР№1, ПЗ№1
2.	**РАЗДЕЛ 2. ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ ГТД.**	**6**	**2**	**2**	**4**	**18**	Защита ЛР№2, ПЗ№2
3.	**РАЗДЕЛ 3. СИСТЕМЫ ПРИВОДА РЕВЕРСА ТЯГИ ГТД.**	**6**	**2**	**2**	**4**	**16**	Защита ЛР№3, ПЗ№3
4.	**РАЗДЕЛ 4. СИСТЕМЫ ОТБОРА ВОЗДУХА И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ СИСТЕМЫ ГТД.**	**6**	**2**	**2**	**4**	**10**	Защита ЛР№4, ПЗ№4
5.	**РАЗДЕЛ 5. СИСТЕМЫ ЗАПУСКА ГТД.**	**6**	**2**	**2**	**4**	**16**	Защита ЛР№5, ПЗ№5
6.	**РАЗДЕЛ 6. СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ, РЕГИСТРАЦИИ И ОБРАБОТКИ ПАРАМЕТРОВ ГТД.**	**6**	**2**		**4**	**18**	Защита ЛР№6
7.	**Форма промежуточной аттестации** – *экзамен*	**6**					
8.	ИТОГО:		**12**	**10**	**24**	**98**	

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

Разделы дисциплины, темы (наименования)	*Кол. ч*	*Компетенции*																			
		УК-1.1.2	УК-1.2.2	ПК-1.1.57	ПК-1.1.58	ПК-1.1.61	ПК-1.1.62	ПК-1.1.63	ПК-1.1.67	ПК-1.1.68	ПК-1.2.57	ПК-1.2.58	ПК-1.2.61	ПК-1.2.62	ПК-1.2.65	ПК-1.2.66	ПК-1.3.32	ПК-1.3.34	ПК-1.3.35	ПК-1.3.38	*Σ кол. комп.*
РАЗДЕЛ. 1. МАСЛЯНЫЕ СИСТЕМЫ ГТД.	**28**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	**2**
РАЗДЕЛ 2. ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ ГТД.	**26**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	**2**
РАЗДЕЛ 3. СИСТЕМЫ ПРИВОДА РЕВЕРСА ТЯГИ ГТД.	**24**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	**2**
РАЗДЕЛ 4. СИСТЕМЫ ОТБОРА ВОЗДУХА И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ СИСТЕМЫ ГТД.	**18**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	**2**
РАЗДЕЛ 5. СИСТЕМЫ ЗАПУСКА ГТД.	**24**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	**2**
РАЗДЕЛ 6. СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ, РЕГИСТРАЦИИ И ОБРАБОТКИ ПАРАМЕТРОВ ГТД.	**24**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	**2**
Итого:	**144**																				Экза-мен

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Если особо не оговорено далее, то продолжительность лекции (академических часов) -2 часа; лабораторной работы - 4 часа; практического занятия– 2 часа.

Число часов на самостоятельную работу указано в таблице на стр.6.

Название и номера тем совпадают с названиями и номерами разделов.

РАЗДЕЛ. 1. МАСЛЯНЫЕ СИСТЕМЫ ГТД.

Лекция 1. Масляные системы ГТД.

Введение. Цель, задачи и содержание дисциплины, ее связь с естественнонаучными и другими общепрофессиональными дисциплинами, прикладное значение и роль в подготовке бакалавра по направлению 25.03.01. Классификация систем ГТД.

Основные типы насосов, области их применения, конструктивные схемы и разновидности – для насосов типа: шестеренного, пластинного, плунжерного, поршневого, центробежного. Преимущества и недостатки различных типов насосов. Зависимости КПД насосов от окружной скорости шестерен, давления и температуры жидкости на входе в насос. Производительность насоса и ее изменение с изменением внешних условий, вызванных изменением высоты и скорости полета. Понятие “характеристика насоса”. Потери в насосах и факторы, определяющие их КПД. Мощность, потребляемая насосом. Явление кавитации и способы его предупреждения.

Назначение, требования к системам (обратить особое внимание на требования к высотности систем и способы ее обеспечения, а также требования по расходу масла), функции (смазки, охлаждения, выноса продуктов износа, предотвращения коррозии, обратить особое внимание на диагностическую функцию системы), классификация (циркуляционные, замкнутые и короткозамкнутые, признаки схем), типичные схемы (уметь изобразить в соответствии с требованиями к выполнению принципиальных гидравлических схем систем), работа систем, агрегаты систем: характеристики, конструкция (система смазки: масляные баки (с определением потребного объема бака), насосы, обратные клапаны, редукционные клапаны, топливо-масляные радиаторы, воздушно-масляные радиаторы), краны слива, система суфлирования: предохранительные клапаны, воздухоотделители и суфлеры (уметь пояснить основные различия между ними, знать способы уплотнения масляных полостей опор двигателей), фильтры и фильтры-сигнализаторы, магнитные пробки и стружкосигнализаторы, масляные системы редукторов и привода винтов изменяемого шага (ТВД)), датчики и сигнализаторы, применяемые в масляных системах. Основное внимание уделить насосам шестеренного типа, уметь рассчитать потребную производительность насоса, исходя из характеристик двигателя и теоретическую объемную производительность насоса, исходя из известной частоты вращения и его геометрических характеристик, знать факторы, определяющие КПД насоса, способы регулирования производительности насосов); применяемые масла и изменение их свойств в процессе эксплуатации, основы контроля состояния масла в эксплуатации и типичные точки отбора проб масла; особенности технической эксплуатации, возможные неисправности, способы предупреждения, обнаружения и устранения. Способы обеспечения эксплуатационной технологичности систем. Параметры, контролируемые и регистрируемые в процессе эксплуатации масляных систем. Меры техники безопасности при выполнении работ на системах и экологические требования. Типичные работы по ТО масляных систем.

Литература: [1,с. 387-417].

Лабораторная работа №1. Масляные системы ГТД.

Построение принципиальных гидравлических схем масляных систем типов ГТД и оценка их основных характеристик. Конструкция агрегатов системы.

Литература: [1,с. 387-417; 10].

Практическое занятие №1. Размещение и особенности обслуживания агрегатов масляных систем ГТД.

В ходе практичеких занятий предусматривается изучение особенностей конструкции систем конкретных типов авиационных двигателей и работ по их техническому обслуживанию с приобретением навыков по работе с нормативно-технической документацией и выполнением практических работ по техническому обслуживанию на образцах авиационной техники (замена агрегатов и т.п.). Также в рамках практических занятий должны быть изучены типичные неисправности систем авиационных ГТД-их виды, поиск, обнаружение, устранение, предупреждение (на образцах авиационной техники), закреплены навыки работы с нормативно-технической документацией. Содержание практических занятий предусматривает заполнение журналов практических занятий по образцам конкретной авиационной техники (типовых или, инициативно, самостоятельно разрабатываемых студентом, с соблюдением структуры типового журнала).

Литература: [3;6].

Самостоятельная работа студентов.

Проработка лекционного и дополнительных материалов. Подготовка к лабораторной работе №1, практическому занятию №1.

Литература: [1,с. 387-417; 10; 3; 6].

РАЗДЕЛ 2. ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ ГТД.

Лекция 2.Топливные системы ГТД.

Назначение, требования к системам, классификация, типичные схемы (с основным топливным насосом управляемой и неуправляемой производительности), магистрали (низкого, высокого давления, пускового топлива, дренажа, гидравлическая) и агрегаты, используемые в магистралях; работа систем, в т.ч. при останове двигателя, ложном запуске и холодной прокрутке, агрегаты систем: характеристики, конструкция – центробежные насосы, плунжерные насосы: их характеристики, расчет теоретического и действительного напора, теоретической и полезной производительности, мощности, потребной для привода насоса, осевые и поперечные нагрузки рабочего колеса насоса и способы их снижения; конструктивные способы повышения антикавитационных свойств насоса; комбинированные насосы; форсунки и воспламенители; формула расхода топлива через форсунку, расходные характеристики форсунок; топливные коллекторы, трубопроводы подвода топлива и меры по снижению опасности их колебаний на двигателе и гидравлических потерь, фильтры и их характеристики; топливо-масляные радиаторы (ТРДД), воздушно-масляные радиаторы ТВД), подогреватели топлива; распределители топлива; пожарные краны; стоп-краны, краны слива; агрегаты зажигания; применяемые топлива и их основные свойства; меры по недопущению образования льда на фильтрах; консервация топливных систем; особенности технической эксплуатации, возможные неисправности, способы предупреждения, обнаружения и устранения. Способы обеспечения эксплуатационной технологичности систем. Параметры, контролируемые и регистрируемые в процессе эксплуатации топливных систем. Меры техники безопасности при выполнении работ на системах и экологические требования. Типичные работы по ТО топливных систем.

Литература: [1,с. 418-447].

Лабораторная работа №2. Топливные системы ГТД.

Построение принципиальных гидравлических схем топливных систем типов ГТД и оценка их основных характеристик. Конструкция агрегатов системы.

Литература: [1,с. 418-447; 9].

Практическое занятие №2. Размещение и особенности обслуживания агрегатов топливных систем ГТД.

Литература: [3; 6].

Самостоятельная работа студентов.

Проработка лекционного и дополнительных материалов. Подготовка к лабораторной работе №2, практическому занятию №2.

Литература: [1,с. 418-447; 9; 3; 6].

РАЗДЕЛ 3. СИСТЕМЫ ПРИВОДА РЕВЕРСА ГТД.

Лекция 3. Системы привода реверса ГТД.

Назначение, требования к системам, классификация (гидрогазовые и пневматические), типичные схемы, работа систем, агрегаты систем (баки или система отбора воздуха, насосы, аккумуляторы, разъемные, обратные и термические клапаны, автоматы разгрузки, распределители, перепускные краны и краны управления: характеристики, конструкция; способы фиксации механизмов реверсивных устройств в крайних положениях; жидкости и газы, применяемые в гидрогазовых системах привода реверсивных устройств; зависимость давления зарядки гидрогазовых аккумуляторов от условий окружающей среды; особенности технической эксплуатации, возможные неисправности, способы предупреждения, обнаружения и устранения. Способы обеспечения эксплуатационной технологичности систем. Параметры, контролируемые в процессе эксплуатации систем и контроль положения створок. Порядок использования реверсивных устройств при пробеге ВС. График опробования двигателя и опробование реверса. Меры техники безопасности при выполнении работ на системах привода реверсивных устройств и экологические требования. Типичные работы по ТО систем привода реверса.

Литература: [3,с. 64-97].

Лабораторная работа №3. Системы привода реверса ГТД.

Построение принципиальных гидравлических схем систем привода реверса типов ГТД и оценка их основных характеристик. Конструкция агрегатов системы.

Литература: [3, с. 64-97].

Практическое занятие №3. Размещение и особенности обслуживания агрегатов систем привода реверса ГТД.

Литература: [3; 6].

Самостоятельная работа студентов.

Проработка лекционного и дополнительных материалов. Подготовка к лабораторной работе №3, практическому занятию №3.

Литература: [3,с. 64-97; 6].

РАЗДЕЛ 4. СИСТЕМЫ ОТБОРА ВОЗДУХА И ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ СИСТЕМЫ ГТД.

Лекция 4. Системы отбора воздуха и противопожарные системы ГТД.

Потребители воздуха на двигателе и воздушном судне. Организация отбора воздуха на самолетные и двигательные нужды. Влияние отбора воздуха на характеристики двигателей. Причины пожарной опасности двигателей, условия обледенения и допустимость или недопустимость образования льда на элементах двигателей с последующим его удалением. Назначение, требования к системам, классификация (противообледенительные: воздушно-тепловые и электротепловые), типичные схемы, работа систем, агрегаты систем (датчики обледенения пневматические и пьезоэлектрические, датчики пожара (перегрева) и защищаемые полости двигателя, использование элементов конструкции маслосистем в качестве противообледенительных, особенности конструкции коков двигателей, направленные на недопущение образования на них льда; стаканы и коллекторы отбора воздуха и их размещение на двигателе, заслонки включения системы, заслонки переключения между точками отбора воздуха, трубопроводы, коллекторы систем, термокомпенсаторы, элементы подвода огнегасящего состава в полости опор, баллоны с огнегасящим составом, пиропатроны, обратные клапаны: характеристики, конструкция; применяемые огнегасящие составы и их влияние на конструктивные элементы двигателей; влияние работы противообледенительной системы на характеристики двигателей и порядок использования противообледенительных систем; особенности технической эксплуатации, возможные неисправности, способы предупреждения, обнаружения и устранения. Параметры, контролируемые в процессе

эксплуатации систем. Меры техники безопасности при выполнении работ на системах и экологические требования. Типичные работы по ТО противообледенительных и противопожарных систем.

Литература: [3,8].

Лабораторная работа №4. Системы отбора воздуха и противопожарные системы ГТД.

Построение принципиальных гидравлических схем противопожарных и противообледенительных систем типов ГТД и оценка их основных характеристик. Конструкция агрегатов системы.

Литература: [3,8].

Практическое занятие №4. Размещение и особенности обслуживания агрегатов ППС и отбора воздуха ГТД.

Литература: [3; 6].

Самостоятельная работа студентов.

Проработка лекционного и дополнительных материалов. Подготовка к лабораторной работе №4, практическому занятию №4.

Литература: [3;6;8].

РАЗДЕЛ 5. СИСТЕМЫ ЗАПУСКА ГТД.

Лекция 5. Системы запуска ГТД.

Назначение, требования к системам, классификация (со стартер-генераторами и воздушными турбостартерами), типичные схемы, работа систем, агрегаты систем (ВСУ и их регуляторы воздуха, стартеры, привод и смазка турбостартеров, заслонки, трубопроводы, автоматы запуска, агрегаты зажигания, магистрали пускового топлива, свечи и воспламенители): характеристики, конструкция; этапы запуска и уравнения моментов; расчет потребной мощности пускового устройства, расчет времени запуска, определение времени запуска с учетов условий окружающей среды, график опробования двигателя; работа механизации компрессоров двигателей в процессе запуска; особенности технической эксплуатации, возможные неисправности, способы предупреждения, обнаружения и устранения. Параметры, контролируемые в процессе эксплуатации систем запуска. Меры техники безопасности при выполнении работ на системах. Типичные работы по ТО систем запуска.

Лабораторная работа №5. Системы запуска ГТД.

Построение принципиальных схем систем запуска типов ГТД и расчет их основных характеристик. Конструкция агрегатов системы.

Литература: [1,с. 448-465;7].

Практическое занятие №5. Запуск и опробование ГТД на примере СУ самолета Ил-76.

Литература: [Литература: [3; 6; 5].

Самостоятельная работа студентов.

Проработка лекционного и дополнительных материалов. Подготовка к лабораторной работе №5, практическому занятию №5.

Литература: [1,с. 448-465; 3; 6; 5; 7].

РАЗДЕЛ 6. СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ, РЕГИСТРАЦИИ И ОБРАБОТКИ ПАРАМЕТРОВ ГТД.

Лекция 6.Системы контроля, регистрации и обработки параметров ГТД.

Группы параметров, контролируемых и регистрируемых с использованием штатной контрольно-измерительной аппаратуры (термогазодинамические, топлива, масла, вибрации – уметь раскрыть типичные перечни параметров внутри групп). Назначение, требования к системам контроля и регистрации параметров, классификация, состав типичные систем, работа систем, датчики, сигнализаторы, индикаторы и приборы регистрации: характеристики, особенности конструкции; размещение на двигателях; особенности технической эксплуатации, возможные неисправности, способы

предупреждения, обнаружения и устранения. Типичные диапазоны изменения основных параметров систем на современных двигателях. Порядок и математический аппарат обработки регистрируемых параметров (допусковый контроль и тренд-анализ с использованием линейных регрессионных моделей, анализ с использованием скользящего среднего). Типичные работы по ТО систем контроля и регистрации параметров. Схемы поиска и устранения неисправностей при ТО.

Литература: [1,с. 504-526;2].

Лабораторная работа №6. Оценка технического состояния ГТД с использованием данных систем контроля и регистрации параметров ГТД.

Литература: [1,с. 504-526;4;11].

Самостоятельная работа студентов.

Проработка лекционного и дополнительных материалов. Подготовка к лабораторной работе №6.

Литература: [1,с. 504-526; 2; 11].

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

Самостоятельная работа студентов по дисциплине способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы по проблемам конструкции и работы систем авиационных двигателей, самостоятельному изучению конструкций систем ГТД и их агрегатов, оценке характеристик систем, ориентирует студента на умение применять полученные теоретические знания на практике и проводится в следующих видах:

- проработка лекционного материала;
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к экзамену.

Для самостоятельной работы студенту рекомендуется следующая основная литература:

- Лозицкий Л.П. и др. Конструкция и прочность авиационных газотурбинных двигателей. – М.: Воздушный транспорт, 1992.

2.Чичков Б.А. Параметрическая диагностика авиационных двигателей. Учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2018,

а так же пособия по видам занятий из приводимого ниже списка литературы.

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

6.1 Текущий контроль успеваемость

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Здесь приводятся только первые пять первых типовых контрольных задания для каждой формы текущего контроля из полного перечня, представленного в ФОС по дисциплине.

Форма текущего контроля	Типовые контрольные вопросы	Критерии оценивания
Защита ЛР №1. Масляные системы ГТД. Защита ЛР №2. Топливные системы ГТД.	При защите ЛР 1-5 студент должен уметь (дать ответы на вопросы по) охарактеризовать:	Зачет по лабораторной работе принимается при

Защита ЛР №3. Системы привода реверса ГТД. Защита ЛР №4. Системы отбора воздуха и противопожарные системы ГТД Защита ЛР №5. Системы запуска ГТД.	1.назначение системы в рамках обеспечения работы узлов ГТД и ГТД в целом; 2.требования к системе как составной части ГТД; 3.классификация; 4.состав системы – согласно перечню, приведенному выше, при изложении тем; 5.работа типичной системы;	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 дополнительной литературой; - ответы отличаются четкостью и даны в логической последовательности.
Защита ЛР №6. Оценка технического состояния ГТД с использованием данных систем контроля и регистрации параметров ГТД .	1.Перечислите типичные параметры, входящие в группу: -термогазодинамических, -масла, -топлива, -вибрации и охарактеризуйте их информационные особенности в эксплуатации. 2.Для двигателей типа ПС-90А и Д-30КУ(КП) перечислите датчики и регистрируемые ими параметры для указанных выше групп. 3.Проанализируйте влияние конструктивных особенностей двигателей на информационную ценность регистрируемых параметров. 4.Укажите места размещения датчиков на двигателях. 5.Поясните как используется непараметрическая информация, получаемая в процессе эксплуатации двигателей. Поясните необходимость приведения параметров к САУ и одному режиму.	
Защита ПЗ №1-4. Размещение и особенности обслуживания агрегатов систем ГТД .	1. Указать размещение агрегатов масляной, топливной, противопожарной, противообледенительной, привода реверса систем на двигателе типа Д-30КП. 2. Охарактеризовать перечень работ по ТО для указанных систем. 3. Охарактеризовать технологические особенности обслуживания агрегатов указанных выше систем. 4. Охарактеризовать меры техники безопасности при проведении работ по ТО. 5. Выполнить работы по замене предложенного агрегата.	Зачет по ПЗ ставится, если заполнены разделы журнала ПЗ, даны исчерпывающие ответы на контрольные вопросы. Показано знание объектов конкретной авиационной техники. Всего обучающийся должен знать назначение, размещение особенности работы и ТО порядка 35 агрегатов.

Защита ПЗ №5 Запуск и опробование ГТД.	1. Что понимается под запуском двигателя? 2. Требования, предъявляемые к системам запуска? 3. Тип системы запуска двигателей Д-30КП на самолете Ил-76 (Т,ТД) ? 4. Состав, назначение и особенности конструкции основных агрегатов и элементов системы запуска двигателей Д-30КП ? 5. Источники сжатого воздуха для запуска двигателей Д-30КП ?	В ходе опроса из 10 предложенных к показу агрегатов на оценку “отлично” – показать размещение и дать краткие комментарии для 10 агрегатов, “хорошо”– 9 агрегатов, “удовлетворительно”– не менее 7 агрегатов.

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

Подготовка обучающихся к текущему контролю осуществляется во время их самостоятельной работы и всех видов аудиторных занятий.

Защита обучающимися результатов лабораторных работ и практических занятий проводится в часы, отведенные по расписанию для лабораторных работ и практических занятий, а также в часы консультаций, установленные кафедрой.

Повторная защита обучающимся одной и той же лабораторной работы, практического занятия или любого вида индивидуального задания, как правило, не должна иметь более двух попыток. Для третьей и последующих попыток он должен представить преподавателю разрешение заведующего кафедрой. При необходимости для приема защиты заведующим кафедрой может быть назначена комиссия.

Обучающиеся, имеющие текущие задолженности по дисциплине, обязаны их ликвидировать за неделю до зачетно-экзаменационной сессии.

При индивидуальной работе с обучающимся, пропустившим большое количество занятий, преподаватель имеет право с разрешения заведующего кафедрой выдать обучающемуся дополнительное домашнее задание (конспектирование раздела учебника, самостоятельное изучение тем пропущенных занятий с последующим компьютерным тестированием и т.п.) и поставить оценку в журнал учета текущей успеваемости по результатам защиты этого задания.

6.2 Промежуточная аттестация

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине

Типовые контрольные задания (вопросы) к экзамену	Критерии оценивания
По УК-1 -Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач:	Общие критерии оценивания результатов освоения формируемых компетенций по 4-х балльной шкале. Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками:

1. Какие электронные технические библиотеки, содержащие информацию по конструкции и эксплуатации систем авиационных двигателей, Вам известны? 2. Сайты каких конструкторских бюро, проектирующих АД и их системы, Вам известны? 3. Какие технические журналы в области конструкции и эксплуатации систем авиационных двигателей Вам известны? 4. Выполните подбор информации по тематике в области конструкции систем авиационных двигателей, предложенной преподавателем. 5. Выполните подбор информации по тематике в области надежности систем авиационных двигателей, предложенной преподавателем. **По ПК-1** - Способен к организации и проведению технического и технологического обслуживания воздушных судов на всех этапах технической эксплуатации летательных аппаратов (ЛА) и двигателей: 1. Перечислите состав систем силовой установки воздушного судна (СУВС) с ГТД и охарактеризуйте их назначение. 2. Сформулируйте общие требования к системам СУВС и способы их реализации. 3. Сформулируйте общие принципы построения систем СУВС. 4. Какие нормативные документы определяют выполнение принципиальных гидравлических схем систем СУВС? 5. Какие типы насосов применяют в системах СУВС и как они изображаются на принципиальных	«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При выведении оценки руководствуются следующим критериями. По результатам ответа на вопрос или решения задания оценки -«отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов дисциплины по оцениваемой компетенции, усвоивший и применивший основную и дополнительную литературу. Обучающийся должен продемонстрировать связь задач, решаемых в ходе изучения дисциплины с задачами и практикой технической эксплуатации двигателей. Ответы на поставленные вопросы правильны, логичны и отличаются полнотой; -оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, допустивший ряд не принципиальных погрешностей при изложении материалов дисциплины по оцениваемой компетенции и самостоятельно сумевший указать способы их устранения. Ответы на поставленные вопросы правильны, логичны, но не всегда отличаются полнотой; -оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, допустивший ряд значимых погрешностей при изложении материалов дисциплины по оцениваемой компетенции и сумевший указать способы их устранения только с помощью преподавателя. В ответах на поставленные вопросы возникают затруднения и требуются “наводящие” подсказки преподавателя; -оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему принципиальные ошибки при изложении материалов дисциплины по оцениваемой компетенции. В ответах на поставленные возникают затруднения, свидетельствующие о незнании материалов в рамках оцениваемой компетенции и разделов дисциплины в целом. Постановка положительной оценки возможна только в случае уверенной иллюстрации материалов ответа на поставленный вопрос или решения задачи с привлечением конструкций АД, размещенных в лабораториях кафедры ДЛА, даже в случаях, особо не оговоренных в вопросе или задании. При получении неудовлетворительной оценки по одной из компетенций, итоговая

гидравлических схемах систем?	оценка по дисциплине может быть только «неудовлетворительно».

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

Рекомендации студентам по подготовке к промежуточной аттестации.

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с утвержденной рабочей программой по дисциплине.

Сформированность каждой компетенции, в итоге, оценивается на экзамене по изучении всего курса.

На основании вопросов и заданий фонда оценочных средства (ФОС) формируются экзаменационные билеты для экзамена в количестве на 25-30% более списочного состава экзаменуемой группы студентов. Каждый билет включает в себя три вопроса, один из которых проверяет сформированность компетенций по универсальной составляющей, а второй и третий – по профессиональной составляющей.

Экзамен для студентов проводится письменно.

При ответе на вопросы требуется, при необходимости, проиллюстрировать материал ответа примерами конструкций систем двигателей, размещенных в лабораториях кафедры ДЛА.

При получении неудовлетворительной оценки по одной из компетенций, итоговая оценка по дисциплине может быть только «неудовлетворительно».

Неявка студента без уважительной причины на экзамен в день его проведения по расписанию, означает получение оценки “неудовлетворительно” и процесс последующей сдачи приравнивается к пересдаче.

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

а) основная литература:

1. Лозицкий Л.П. и др. Конструкция и прочность авиационных газотурбинных двигателей. – М.: Воздушный транспорт, 1992.

б) дополнительная литература:

2.Чичков Б.А. Параметрическая диагностика авиационных двигателей. Учебное пособие. – М.: МГТУ ГА, 2018.

3. Лозицкий Л.П. и др. Авиационные двухконтурные двигатели Д-30КУ и Д-30КП.– М.: Машиностроение, 1988.

4.Чичков Б.А. Конструкция и эксплуатация масляной системы ТРДД Д-30КУ(КП).– М.: МГТУ ГА, 1999.

5. Чичков Б.А. Пособие к практическому занятию “Конструкция и эксплуатация системы запуска двигателей Д-30КП самолета Ил-76.– М.: МГТУ ГА, 2010.

6.Журнал практических занятий “КиТО ТРДД типа Д-30КП. Часть 2” (2016 г. – в формате pdf”).

7. Москаленко Л.В., Умушкин Б.П. Конструкция и прочность авиационных двигателей. Пособие к лабораторным занятиям по теме “Пусковые системы ГТД”.– М.: МГТУ ГА, 2007.

8. Москаленко Л.В., Умушкин Б.П., Чичков Б.А. Конструкция и прочность авиационных двигателей. Пособие к лабораторным занятиям по теме “Противопожарная и антиобледенительная системы ГТД”. – М.: МГТУ ГА, 2007.

9. Чичков Б.А., Москаленко Л.В. Системы двигателя. Основы конструкции и прочности двигателей. Конструкция и прочность двигателя. Топливные системы авиационных ГТД. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторной

работы для обучающихся по направлению подготовки 25.03.01.– М: МГТУ ГА, 2019.
10. Москаленко Л.В., Умушкин Б.П., Чичков Б.А. Конструкция и прочность авиационных двигателей. Пособие к лабораторным занятиям по теме “Масляные системы авиационных ГТД”. – М.: МГТУ ГА, 2007.
11. Чичков Б.А. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Параметрическая диагностика авиационных двигателей”. – М.: МГТУ ГА, 2011.
12. Чичков Б.А. Основы конструкции и прочности ЛА и АД. Системы самолета и двигателя. Пособие по выполнению контрольного домашнего задания для студентов IV курса направления 162300 всех форм обучения– М.: МГТУ ГА, 2014.
13. Чичков Б.А. Системы самолета и двигателя. Пособие по изучению дисциплины для обучающихся по направлению подготовки 25.03.01.– М: МГТУ ГА, 2016.

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

1. http://storage.mstuca.ru – электронные библиотечные ресурсы Университета - электронные версии пособий, методических разработок по всем видам учебной работы по дисциплине ССД ;

2. электронная библиотека «Авиа-Медиа» на сервере МГТУ ГА \\uni044. Серия эталон. Руководства по технической эксплуатации по типам ВС;

3. Конструкция и эксплуатация масляной системы ТРДД Д-30КУ(КП) – обучающая система;

4. Запуск и опробование двигателей Д-30КП самолета Ил-76– обучающая система;

5.http://www.mintrans.ru –официальный сайт Министерства транспорта РФ;

6. http://www.favt.ru/- Федеральное агентство воздушного транспорта;

7. http://www.mlgvs.ru/library.html#search - центральная нормативно-методическая библиотека ГА;

8. сайты университетов, научно-исследовательских организаций и разработчиков двигателей, научно-технических библиотек.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении учебного курса 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, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.

Практические занятия. Проработка методического пособия по предстоящей теме, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию занятия. Подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и др.

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

Подготовка к экзамену. При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспект лекций, рекомендуемую литературу и др.

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

При проведении всех видов занятий используется компьютерная техника для демонстрации слайдов, тренажа и контроля знаний.

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

1. Специальные помещения (в т.ч. специализированные классы двигателей, эксплуатируемых в гражданской авиации, агрегатов систем и классы ПК, размещенные на каф. ДЛА и в УИТ МГТУ ГА, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации) для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации в аудитории (в т.ч. имеют проекционные и индивидуальные компьютерные системы с лицензионным программным обеспечением MS Office и Adobe PDF, макеты, стенды и комплекты плакатов по конструкции и ТО двигателей).

2. Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) с доступом к библиотечному фонду и международным реферативным базам данных научных изданий с адаптацией электронных образовательных ресурсов для лиц с ограниченными возможностями здоровья.