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.32 Техническая диагностика авиационной техники**		
	(*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	6		
Объём аудиторной нагрузки	54 *часа*		
Лекции	30 *часов*		
Практические занятия	12 *часов*		
Лабораторные работы	12 *часов*		
Курсовой проект			
Зачёт	6 *семестр*		
Дифференцированный зачёт			
Экзамен			
Объём самостоятельной работы студента	54 *часа*		

Ростов-на-Дону, 2022 г.

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

Целью освоения дисциплины является умножение знаний, полученных в ходе изучения дисциплин базовой части учебного плана, а также формирования знаний и умений в области использования методов диагностики при техническом обслуживании и ремонте самолетов ГА.

Задачи изучения дисциплины:

- Сформировать представление об организации деятельности и процессах диагностирования авиационной техники в подразделениях ГА в условиях применяемых стратегий технического обслуживания и ремонта (ТОиР).
- Сформировать компетенции обучающегося, необходимые для успешной профессиональной деятельности в области технического обслуживания и ремонта (ТОиР) авиационной техники.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, результаты обучения.

Универсальные компетенции

- **УК-1** - способность 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.

Общепрофессиональные компетенции:

- **ОПК-1** - способность использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов**;**

Индикатор достижения:

ИД-2$_{ОПК-1}$ - применять законы физики для оценки значений параметров физических систем;

Результаты обучения:

Знать:

ОПК-1.1.34 - методологические основы технической диагностики;

ОПК-1.1.35 - закономерности появления и развития неисправностей и предотказных состояний в конструкциях при воздействии эксплуатационных нагрузок;

ОПК-1.1.36 - методы распознавания объектов (систем) АТ при текущей диагностике и прогнозировании;

Уметь:

ОПК-1.2.23 - распознавать состояния объектов в текущий момент времени и прогнозировать состояние объектов на предстоящий период работы с помощью вероятностно-статистических методов;

ОПК-1.2.24 - определять причинно–следственные связи между диагностическими признаками и различными видами механического состояния материалов авиационных конструкций;

ОПК-1.2.25 - пользоваться методами и средствами диагностики АТ при техническом обслуживании и ремонте (ТО и Р);

Владеть:

ОПК-1.3.17 - методологическими основами определения технического состояния авиационной техники в условиях эксплуатации;

ОПК-1.3.18 - навыком построения диагностических моделей прогнозирования состояния АТ;

ОПК-1.3.19 -- навыками и опытом оптимизации диагностических функций и тестов;

- **ОПК-3 - с**пособность 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**.**

Индикатор достижения:

ИД-1$_{\text{опк-3}}$ - определять техническое состояние авиационной техники в условиях эксплуатации;

Результаты обучения:

Знать:

ОПК-3.1.11 - инженерные методы оценки влияния эксплуатационных факторов и условий эксплуатации на надежность АТ и безопасность полетов;

ОПК-3.1.12 - условия работы узлов и деталей, основы расчета эксплуатационных нагрузок, виды повреждаемости;

ОПК-3.1.13 - нормативно-техническую документацию по технической диагностике и неразрушающему контролю;

ОПК-3.1.26 - основы металлофизического анализа дефектных конструкций (основы фрактографии, химического анализа, проверки механических свойств материала, оборудование);

ОПК-3.1.27 - документацию, объемы и периодичность диагностики;

ОПК-3.1.28 - требования к контролепригодности объектов, к средствам диагностического и дефектоскопического контроля, к специалистам-дефектоскопистам;

ОПК-3.1.29 - документацию дефектоскопического контроля;

Уметь:

ОПК-3.2.7 - выявлять причины возникновения неисправностей и разрабатывать алгоритмы их обнаружения;
ОПК-3.2.8 - выбирать оптимальные методы и средства диагностического контроля для постановки диагноза;
ОПК-3.2.9- анализировать и прогнозировать техническое состояние АТ в процессе эксплуатации;
ОПК-3.2.21 - осуществлять технологические операции по оценке технического состояния объектов (систем) с использованием диагностических средств (виброспектроанализаторы, квантометры, рентгенанализаторы, течеискатекли);
ОПК-3.2.22 -- осуществлять с помощью дефектоскопов или материалов (веществ) контрольные операции следующими методами неразрушающего контроля: акустическими, вихретоковым, капиллярными, магнитопорошковым, оптико-визуальными;

Владеть:

ОПК-3.3.2 - методами работы с учебной, научной, технической и эксплуатационной документацией;
ОПК-3.3.3 - навыками и опытом оптимизации диагностических функций и тестов;
ОПК-3.3.4 - навык постановки диагноза в условиях ограниченной информации;
ОПК-3.3.13 - опытом оценки характера разрушений деталей по фрактографическим признакам, формирования диагностических решений по результатам обследования объектов авиатехники.

Индикатор достижения:

ИД-4$_{\text{опк-3}}$ оценивать работу систем воздушных судов;

Результаты обучения:

Знать:

ОПК-3.1.41 - объемы и периодичность дефектоскопического контроля;
ОПК-3.1.42 - нормативную базу метрологического обеспечения процессов неразрушающего контроля;

Уметь:

ОПК-3.2.30 - определять характеристики выявляемых дефектов с заданной точностью;

Владеть:

ОПК-3.3.21 - навыками настройки и работы диагностического оборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Техническая диагностика авиационной техники 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.

Коды учебных дисциплин, модулей, практик, на которые опирается содержание дисциплины Техническая диагностика авиационной техники:

Б1.ОД.21 - Сопротивление материалов
Б1.ОД.22 - Детали машин
Б1.ОД.25 - Авиационное материаловедение
Б1.ОД.29 - Динамика полета
Б1.ОД.30 - Гидравлика
Б1.ОД.34 - Теория авиационных двигателей
Б1.ОД.35 - Автоматика и управление авиационными двигателями
Б1.ОД.38 - Метрология, стандартизация и сертификация
Б1.ОД.39 - Основы теории надёжности
Б1.ОД.40 - Основы теории технической эксплуатации ЛА
Б1.ВД.М.1.3 - Конструкция и прочность авиационных двигателей
Б1.ВД.М.2.3 - Конструкция и прочность вертолетных ГТД
В частности:

знать:

- основные положения и законы физики для оценки прочностных свойств материалов и конструкций;
- типовые конструкции деталей и узлов машин, планера и двигателя ЛА, их свойства и область применения;
- физические основы и методы измерений, международную систему единиц физических величин;
- законы распределения непрерывной и дискретной случайной величины;

уметь:

- применять законы физики и естественных наук при расчетах на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций;
- составлять математические модели авиационных двигателей с учетом воздействия на них эксплуатационных факторов;

владеть:

- навыками применения физических законов для проведения оценок значений параметров физических систем;
- навыками практического применения математического моделирования для решения прикладных задач теории авиационных двигателей.

Дисциплины и практики, для которых содержание учебной дисциплины Техническая диагностика авиационной техники, выступает *опорой*:
Б1.ВД.М.1.4 Системы авиационных двигателей
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
Б2.ВП.У.1.М.1 - Практика Учебная 3. Эксплуатационная практика (модуль 1)
Б2. ВП.У.1.М.2 - Практика Учебная 3. Эксплуатационная практика (модуль 2)
Б2.ВП.П.2.М.1 – Практика Производственная 3. Преддипломная практика (модуль 1)
Б2.ВП.П.2.М.2 – Практика Производственная 3. Преддипломная практика (модуль 2)

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. Физические основы изменения надежности конструкций АТ при работе**	**6**	**8**			**16**	
2.	Тема 1.1. Оценка работавших конструкций по их механическим характеристикам		2			4	
3.	Тема 1.2 Физические процессы, сопровождающие ударные, длительные и циклические нагружения авиаконструкций		2			4	
4.	Тема 1.3. Природа изменения физико-механических характеристик под нагрузкой		2			4	
5.	Тема 1.4 Закономерности развития трещин в процессе работы авиаконструкций		2			4	
6.	**РАЗДЕЛ 2. Информационные основы технической диагностики**	**6**	**4**			**8**	
7.	Тема 2.1. Задачи технической диагностики. Основные понятия и термины. Возникновение, регистрация, оценка и использование диагностической информации		2			4	
8.	Тема 2.2. Диагностическая ценность признаков. Энтропийные модели распознавания		2			4	
9.	**РАЗДЕЛ 3. Аналитические методы распознавания АТ при диагностировании**	**6**	**4**	**8**		**8**	
10.	Тема 3.1. Методы линейных диагностических матриц. Методы анализа в пространстве признаков		2			4	
11.	Тема 3.2. Метод Байеса. Методы статистических решений		2	8		4	**Защита отчета по практическому занятию №1** **Защита отчета по практическому занятию №2**
12.	**Раздел 4.Прогнозирование состояния авиационных конструкций**	**6**	**4**	**4**		**8**	
13	Тема 4.1 Основные принципы и методы прогнозирования состояния авиаконструкций		2			4	
14	Тема 4.2. Технологии формирования моделей поведении диагностических параметров по наработке. Процедуры прогноза состояний на перспективу		2	4		4	**Защита отчета по практическому занятию №3**
15	**Раздел 5. Прикладные методы диагностики АТ**	**6**	**10**		**12**	**14**	
16	Тема 5.1. Организация служб диагностики в подразделениях ГА		2			4	
17	Тема 5.2. Характеристики прикладных методов диагностики АТ		2		4	4	**Защита лабораторной работы №1**
18	Тема 5.3. Методы неразрушающего контроля		4		8	4	**Защита лабораторной работы №2** **Защита лабораторной работы №3**
19	Тема 5.4.Информационное обеспечение процессов диагностирования АТ		2			4	
20	**Форма промежуточной аттестации - *зачет***						
	ИТОГО:		30	12	12	54	

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

Разделы дисциплины, темы (наименования)	**Кол-во час.**	*Компетенции (знания, умения, навыки)*															
		УК-1.1.2	УК-1.2.2	ОПК-1.1.34	ОПК-1.1.35	ОПК-1.1.36	ОПК-1.2.23	ОПК-1.2.24	ОПК-1.2.25	ОПК-1.3.17	ОПК-1.3.18	ОПК-1.3.19	ОПК-3.1.11	ОПК-3.1.12	ОПК-3.1.13	ОПК-3.1.26	ОПК-3.1.27
Раздел 1. Физические основы изменения надежности конструкций АТ при работе	**24**																
Тема 1.1 Оценка работавших конструкций по их механическим характеристикам	**6**				+	+							+	+			
Тема 1.2 Физические процессы, сопровождающие ударные, длительные и циклические нагружения авиаконструкций.	**6**				+	+							+	+			
Тема 1.3. Природа изменения физико-механических характеристик под нагрузкой	**6**				+	+							+	+			
Тема 1.4 Закономерности развития трещин в процессе работы авиаконструкций	**6**				+	+							+	+			
Раздел 2. Информационные основы технической диагностики	**12**																
Тема 2.1. Задачи технической диагностики. Основные понятия и термины. Возникновение,регистрация, оценка и использование диагностической информации	**6**	+	+	+	+	+	+	+		+					+		
Тема 2.2. Диагностическая ценность признаков. Энтропийные модели распознавания АТ.	**6**					+		+		+							
Раздел 3. Аналитические методы распознавания АТ при диагностировании	**20**																
Тема 3.1Методы линейных диагностических матриц. Методы анализа в пространстве признаков	**6**	+		+	+		+	+									
Тема3.2 Метод Байеса. Методы статистических решений	**14**	+		+	+		+	+									
Раздел 4.Прогнозирование состояния авиационных конструкций	**16**																
Тема 4.1 Основные принципы и методы прогнозирования состояния авиаконструкций	**6**	+				+					+	+					
Тема 4.2 Технологии формирования моделей поведении диагностических параметров по наработке. Процедуры прогноза состояний на перспективу	**10**	+									+	+					
Раздел 5. Прикладные методы диагностики АТ	**36**																
Тема 5.1. Организация служб диагностики в подразделениях ГА	**6**		+		+		+	+	+				+		+	+	+
Тема 5.2. Характеристики прикладных методов диагностики АТ	**10**		+				+	+	+				+		+	+	+
Тема 5.3. Методы неразрушающего контроля	**16**		+		+		+	+	+				+		+		
Тема 5.4. Информационное обеспечение процессов диагностирования АТ	**6**		+				+	+	+				+		+	+	+

Разделы дисциплины, темы (наименования)	**Кол-во час.**	*Компетенции (знания, умения, навыки)*															
		ОПК-3.1.28	ОПК-3.1.29	ОПК-3.1.41	ОПК-3.1.42	ОПК-3.2.7	ОПК-3.2.8	ОПК-3.2.9	ОПК-3.2.21	ОПК-3.2.22	ОПК-3.2.30	ОПК-3.3.2	ОПК-3.3.3	ОПК-3.3.4	ОПК-3.3.13	ОПК-3.3.21	*Σ общее количество компетенций*
Раздел 1. Физические основы изменения надежности конструкций АТ при работе	**24**																
Тема 1.1 Оценка работавших конструкций по их механическим характеристикам	**6**					+											**3**
Тема 1.2 Физические процессы, сопровождающие ударные, длительные и циклические нагружения авиаконструкций.	**6**					+											**3**
Тема 1.3. Природа изменения физико-механических характеристик под нагрузкой	**6**					+											**3**
Тема 1.4 Закономерности развития трещин в процессе работы авиаконструкций	**6**					+											**3**
Раздел 2. Информационные основы технической диагностики	**12**																
Тема 2.1. Задачи технической диагностики. Основные понятия и термины. Возникновение,регистрация, оценка и использование диагностической информации	**6**					+							+	+			**3**
Тема 2.2. Диагностическая ценность признаков. Энтропийные модели распознавания АТ.	**6**					+							+	+			**3**
Раздел 3. Аналитические методы распознавания АТ при диагностировании	**20**																
Тема 3.1Методы линейных диагностических матриц. Методы анализа в пространстве признаков	**6**						+	+				+	+	+			**3**
Тема3.2. Метод Байеса. Методы статистических решений	**14**						+	+				+	+	+			**3**
Раздел 4.Прогнозирование состояния авиационных к-ций	**16**																
Тема 4.1 Основные принципы и методы прогнозирования состояния авиаконструкций	**6**							+						+			**3**
Тема 4.2 Технологии формирования моделей поведении диагностических параметров по наработке. Процедуры прогноза состояний на перспективу	**10**							+						+			**3**
Раздел 5. Прикладные методы диагностики АТ	**36**																
Тема 5.1. Организация служб диагностики в подразделениях ГА	**6**	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+			**3**
Тема 5.2. Характеристики прикладных методов диагностики АТ	**10**	+				+	+	+	+			+	+	+	+	+	**3**
Тема 5.3. Методы неразрушающего контроля	**16**	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+			**3**
Тема 5.4. Информационное обеспечение процессов диагностирования АТ	**6**	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+			**3**
ИТОГО:	**108**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	**3**

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Физические основы изменения надежности конструкций АТ при работе - 24 ч.

Лекция 1. (2 часа)

Тема 1.1 Оценка работавших конструкций по их механическим характеристикам

Спектр эксплуатационных нагружений. Перечень физико- механических характеристик, методы их измерения. Влияние процессов повреждаемости конструкций на уровень физико-механических характеристик, их допустимые значения. Литература [1, с. 6-10].

Самостоятельная работа - проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников) – 4 часа

Лекция 2. (2 часа)

Тема 1.2 Физические процессы, сопровождающие ударные, длительные и циклические нагружения авиаконструкций.

Макро-, микро- и субмикроструктура металлических материалов. Видимые эксплуатационные повреждения в структуре работавших материалов.

Литература [1, с. 10-25].

Самостоятельная работа - проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников) – 4 часа.

Лекция 3. (2 часа)

Тема 1.3 Природа изменения физико-механических характеристик под нагрузкой.

Возникновение эксплуатационных повреждений в структуре работавших материалов. Степень их опасности с точки зрения формирования отказов.

Литература [1, с. 10-25].

Самостоятельная работа - проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников) – 4 часа.

Лекция 4. (2 часа)

Тема 1.4 Закономерности развития трещин в процессе работы авиаконструкций

Условия возникновения трещин. Правило Гриффитса. Влияние формы и схемы нагружения на опасность трещин. Понятия безопасных трещин, их критические размеры. Литература [1, с. 25-30].

Самостоятельная работа - проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников) – 4 часа.

Раздел 2. Информационные основы технической диагностики – 12 ч.

Лекция 5. (2 часа)

Тема 2.1 Задачи технической диагностики. Основные понятия и термины. Возникновение, регистрация, оценка и использование диагностической информации при эксплуатации АТ.

Стратегии эксплуатации. Роль и место диагностики в процессах ТОиР. Основные цели и задачи диагностики АТ. Понятия, термины и определения.

Природа диагностической информации. Способы регистрации информации. Свойства диагностической информации.

Литература [3, с. 5-8, 15-20].

Самостоятельная работа - проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников) – 4 часа.

Литература [3, с. 5-8, 15-20].

Лекция 6. (2 часа)

Тема 2.2 Диагностическая ценность признаков. Энтропийные модели распознавания АТ.

Виды и свойства энтропий. Энтропия К. Шеннона. Принципы оценки информативности признаков. Категории информативности диагностических признаков. Возможности распознавания.

Литература [3, с. 8-15].

Самостоятельная работа - проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников) – 4 часа.

Литература [3, с. 8-15].

Раздел 3. Аналитические методы распознавания АТ при диагностировании – 20 ч.

Лекция 7. (2 часа)

Тема 3.1 Методы линейных диагностических матриц. Методы анализа в пространстве признаков.

Задачи факторного анализа. Матричная форма факторной модели.

Многофакторный анализ. Взаимосвязь системы диагностических признаков и технических состояний объекта диагностирования.

Литература [2, с.94-104].

Самостоятельная работа - проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников) – 4 часа.

Литература [2, с.94-104].

Лекция 8. (2 часа)

Тема 3.2 Метод Байеса. Методы статистических решений

Формула Байеса, ее физический смысл. Точность распознавания по методу Байесу. Примеры распознавания по Байесу. Номенклатура и краткая характеристика методов статистических решений. Возможности распознавания объектов (систем) с помощью методов статистических решений.

Литература [3, с. 21-26].

Практическое занятие №1. Оценка состояния авиаконструкций по методу Байеса - 4 час.

Литература [5, с. 11-21].

Самостоятельная работа - подготовка к практическому занятию -2 часа.

Практическое занятие №2. Оценка состояния авиаконструкций методами статистических решений. – 4 час. Литература [5, с. 21-29].

Самостоятельная работа - подготовка к практическому занятию – 2 часа.

Раздел 4.Прогнозирование состояния авиационных конструкций – 16 ч.

Лекция 9. (2 часа)

Тема 4.1 Основные принципы и методы прогнозирования состояния авиаконструкций

Перечень принципов и методов прогнозирования состояния авиационных конструкций. Возможности методов прогнозирования. Ограничения в применении. Примеры прогнозирования состояний авиационных конструкций.

Литература [3, с. 26-36].

Самостоятельная работа - проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников) – 4 часа.

Лекция 10. (2 часа)

Тема 4.2 Технологии формирования моделей поведения диагностических параметров по наработке. Процедуры прогноза состояний на перспективу.

Формирование диагностических матриц. Проверка степени тесноты связи. Выбор вида модели. Построение модели и определение параметров.

Литература [3, с. 26-36].

Самостоятельная работа - проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников) – 2 час.

Практическое занятие №3. Решение задач прогнозирования состояния объекта. – 4 часа

Литература: [5, с. 34-42].

Самостоятельная работа - подготовка к практическому занятию - 2 часа.

Раздел 5. Прикладные методы диагностики АТ – 36 ч.

Лекция 11. (2 часа)

Тема 5.1 Организация служб диагностики в подразделениях ГА.

Структура лаборатории диагностики. Цели и задачи каждой из групп. Взаимосвязь с другими подразделениями. Алгоритмы принятия диагностических решений. Литература [6, с.192-196].

Самостоятельная работа - проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников) – 4 часа.

Лекция 12. (2 часа)

Тема 5.2 Характеристики прикладных методов диагностики АТ

Перечень методов диагностики и методов неразрушающего контроля (НК). Возможности методов диагностики и методов НК. Ограничения по применению. Пути обеспечения достоверности прикладной диагностики.

Литература [3, с.37-70].

Лабораторная работа №1. Оценка состояния ГТД по результатам анализа работавших авиамасел – 4 час. Литература [4, с. 3-15].

Самостоятельная работа - подготовка к лабораторным занятиям - 4 часа.

Лекция 13-14. (4 часа)

Тема 5.3 Методы неразрушающего контроля

Изучаются все методы НК, применяемые в ГА по схеме: область применения, физическая основа, особенности настройки оборудования и технология контроля, используемые средства контроля. Метрологическое обеспечение

Литература [3, с. 72-88].

Лабораторная работа №2. Оценка состояния авиаконструкций методом вихретоковой дефектоскопии - 4 часа.

Литература [4, с. 16-30].

Лабораторная работа №3. Оценка состояния авиаконструкций акустическими методами неразрушающего контроля. – 4 часа.

Литература [4, с. 30-55].

Самостоятельная работа - подготовка к лабораторным занятиям - 4 часа.

Лекция 15. (2 часа)

Тема 5.4 Информационное обеспечение процессов диагностирования АТ.

Организация сбора сведений о надежности АТ. Использование характеристик надежности для назначения режимов диагностики АТ. Обмен информацией и обобщение опыта диагностики АТ в авиакомпаниях ГА.

Литература [2, с.123-133].

Самостоятельная работа - проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников) – 4 часа.

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

1. Пивоваров В.А., Хрустиков С.Г., Коротков В.А. Диагностика повреждаемости авиационных конструкций: Учебное пособие. – М: МГТУГА, 2008.

2. Машошин О.Ф. Диагностика АТ. Учебное пособие. – М.: МГТУГА, 2007.

3. Пивоваров В.А., Машошин О.Ф., Хрустиков С.Г. Диагностика и неразрушающий контроль ЛА и АД. Учебное пособие РИО МГТУГА, 2011.

4. Машошин О.Ф., Хрустиков С.Г. Методические указания по выполнению лабораторных работ - М.: МГТУ ГА, 2016.

5. Машошин О.Ф., Хрустиков С.Г. Техническая диагностика: Пособие по изучению дисциплины и выполнению контрольного домашнего задания для обучающихся 3-го курса по направлению подготовки 25.03.01 всех форм обучения - М.: МГТУГА, 2016

6. Пивоваров В. А. Повреждаемость и диагностирование авиационных конструкций: Учебник. - М.: Транспорт, 1994

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 задания (вопросы)	Критерии оценивания
Защита отчета по практическому занятию №1	Понятие диагностического параметра Метод Байеса в классификационных задачах диагностики. Понятие технического состояния объекта Понятие многоразрядности	- оформлен отчет о выполнении практического занятия - приведены все законы и формулы, требующиеся для решения поставленных задач, - произведен расчет необходимых параметров и величин, -сделаны обоснованные выводы по результатам расчета
Защита отчета по практическому занятию №2	Методы статистических решений. Понятие диагностического признака Статистические ошибки 1-го и 2-го рода Категории ценности диагностической	- оформлен отчет о выполнении практического занятия - приведены все законы и формулы, требующиеся для решения поставленных задач, - произведен расчет необходимых параметров и

	информации	величин, -сделаны обоснованные выводы по результатам расчета
Защита отчета по практическому занятию №3	Принципы прогнозирования состояния авиационных Методы прогнозирования состояния авиационных конструкций Ограничения в применении Выбор вида модели Процедуры построения модели и определения параметров	- оформлен отчет о выполнении ПЗ - приведены все законы и формулы, требующиеся для решения поставленных задач, - произведен расчет необходимых параметров и величин, -сделаны выводы по результатам расчета
Защита Лабораторной работы №1	Классификация методов анализа работавших авиационных масел АД при диагностировании трущихся пар. Вибрационная диагностика АД. Способы и параметры измерения. Диагностирование узлов трения АД с помощью анализаторов типа «Призма». Виброакустический контроль подшипниковых узлов АД. Методики приготовления «сухих» и «жидких» масляных проб для оценки примесей в маслах.	- оформлен отчет о выполнении ЛР - даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на контрольные вопросы - продемонстрировано умение проводить настройки диагностического оборудования, - показано умение делать заключения о состоянии АТ на основе инструментального диагностирования
Защита Лабораторной работы №2	Применимость вихретокового метода НК, ограничения на применение. Физические основы ВТ-метода. Условия ложного срабатывания сигнализации о дефекте. Условие поперечности	- оформлен отчет о выполнении ЛР - даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на контрольные вопросы - продемонстрировано умение проводить настройки дефектоскопического оборудования, - показано умение делать

		заключения о состоянии АТ на основе инструментального диагностирования
Защита Лабораторной работы №3	Применимость ультразвукового метода НК, ограничения на применение. Физические основы УЗ-метода. Режимы работы ультразвуковых дефектоскопов. Механический импеданс. Методы определения расслоений сотовых конструкций. УЗ - толщинометрия	- оформлен отчет о выполнении ЛР - даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на контрольные вопросы - продемонстрировано умение проводить настройки дефектоскопического оборудования, - показано умение делать заключения о состоянии АТ на основе инструментального диагностирования

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 практическому занятию. 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 универсальных и общепрофессиональных компетенций.

Защита отчета по практическому занятию (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 практическому занятию (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 - способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный	При выведении оценки по каждой из

подход для решения поставленных задач *Задания (вопросы)* - Основные понятия о случайных функциях. - Задачи технической диагностики АТ. - Категории ценности диагностической информации. - Свойства диагностических признаков. - Решение прогностических задач с помощью стационарных случайных функций. **ОПК-1** - способность использовать основные законы математики, единицы измерения, фундаментальные принципы и теоретические основы физики, теоретической механики, гидравлики, имеющие отношение к техническому обслуживанию воздушных судов *Задания (вопросы)* - Причины возникновения усталостных разрушений авиаконструкций при работе. - Общие принципы решения прогностических задач. - Что характеризует термодинамическая энтропия системы (объекта)? - Виды вибрационно-циклического нагружения. - Природа изменения ФМХ материалов под нагрузкой. - Понятие сложного диагностического признака. Пример. - Разрядность диагностических признаков. - Понятие диагностического параметра. - Повреждаемость авиаконструкций при изнашивании качением. **ОПК-3** - **с**пособность 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 *Задания (вопросы)* - Определение граничного значения диагностического параметра методом минимального риска. - Определение и свойства статистической энтропии (энтропии Л. Больцмана). - Гипотезы накопления эксплуатационных повреждений. - Решение прогностических задач с помощью стационарных случайных функций. - Постулат Шеннона.	формируемых компетенций необходимо руководствуется следующим общими критериями. Для выставления оценки «**зачет**» достаточно выполнения следующих условий: • даны полные, и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; • даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы; • показаны знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; • ответы в основном были четкими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность. Оценка «**незачет**» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «**зачет**».

- Суммарная повреждаемость при накоплении усталости. - Виды эксплуатационных нагружений. - Правило Гриффитса. - Роль теории информации при диагностировании авиаконструкций. - Принципы оценки степени опасности трещин. - Свойства информационной энтропии. - Диагностическая ценность признаков - Оборудование и технология цветного метода капиллярного МНК. - Ограничения по применению методов косвенной визуализации при НК. - Этапы метрологической аттестации средств неразрушающего контроля. - Области применения методов неразрушающего контроля в ГА. - Физические основы капиллярных методов НК. - Физические основы вихретоковой дефектоскопии. - Способы обнаружения коррозии.	

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

На основании вопросов для подготовки к 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 компетенций данной дисциплины. Дисциплина Техническая диагностика АТ формирует 3 компетенции, поэтому каждый билет включает в себя 3 вопроса, каждый из которых определяет формирование одной из компетенций или ее части. 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 зачет.

Зачет для студентов проводится по смешанной системе (письменно-устно). На подготовку к ответу обучающемуся выделяется время до 40-45 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. Пивоваров В.А., Хрустиков С.Г., Коротков В.А. Диагностика повреждаемости авиационных конструкций: Учебное пособие. – М: МГТУГА, 2008.

2. Машошин О.Ф. Диагностика АТ. Учебное пособие. – М.: МГТУГА, 2007.

3. Пивоваров В.А., Машошин О.Ф., Хрустиков С.Г. Диагностика и неразрушающий контроль ЛА и АД. Учебное пособие РИО МГТУГА, 2011.

б) дополнительная литература:

4. Машошин О.Ф., Хрустиков С.Г. Методические указания по выполнению лабораторных работ - М.: МГТУ ГА, 2016.

5. Машошин О.Ф., Хрустиков С.Г. Техническая диагностика: Пособие по изучению дисциплины и выполнению контрольного домашнего задания для обучающихся 3-го курса по направлению подготовки 25.03.01 всех форм обучения - М.: МГТУГА, 2016

6. Пивоваров В. А. Повреждаемость и диагностирование авиационных конструкций: Учебник. - М.: Транспорт, 1994.

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

http://www.mstuca.ru/biblio/ - электронные ресурсы МГТУ ГА

http://www.ronktd.ru/ - сайт Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД)

http://www.td-j.ru/ - интернет-журнал «Контроль. Диагностика»

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе преподавания дисциплины «Техническая диагностика авиационной техники» используются классические формы и методы обучения (лекции, практические занятия и лабораторные работы).

Подготовка к лекциям.

Лекции проводятся в соответствии с расписанием. Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим

обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам).

Подготовку к каждому практическому занятию (лабораторной работе) студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Подготовка осуществляется в соответствии с планом СРС. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Рекомендации по работе с литературой.

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод

выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

В результате изучения дисциплины «Техническая диагностика авиационной техники» обучаемый должен приобрести элементарные навыки и умения, которые будут способствовать становлению и развитию профессиональной компетентности, необходимые современному специалисту, обучающемуся по направлению подготовки 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей. Кроме того, обучающемуся крайне важно помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого студента в учебном процессе.

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

В процессе преподавания дисциплины «Техническая диагностика авиационной техники» помимо классических форм и методов обучения предполагается также использование новейших IT – обучающих технологий. При проведении лекционных занятий используются аудиовизуальные, компьютерные и мультимедийные средства обучения, а также демонстрационные и раздаточные материалы.

Практические занятия проводятся с привлечением Интернет-ресурсов.

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

Комплекс действующего оборудования по диагностике и НК, находящийся в лаборатории Технической диагностики кафедры ТЭЛА и АД.

Оборудование для оптико-визуальной диагностики: жесткие и гибкие эндоскопы Olympus, лупы, микроскоп.

Оборудование для вибродиагностики: виброспектоанализатор VM-3/X.

Оборудование для диагностики ГТД по анализу работавших масел: магнитный анализатор ПОЖ-М, эмиссионно-спектральный анализатор МФС-7, рентгеновские анализаторы БАРС-3 и «Спектроскан».

Средства неразрушающего контроля АТ:

- вихретоковые дефектоскопы (ТВД, «Константа ВД1», Д-5, ВДУ-20, «Полет», Rototest и др.)
- акустические дефектоскопы (УД2-12, УД3-103, ДАМИ-С)
- ультразвуковые толщиномеры (УТ-93П)

А также различное вспомогательное оборудование, стандартные контрольные образцы, масляные пробы и др. диагностическое оборудование и материалы.