



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ ИМЕНИ
ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

УТВЕРЖДАЮ



Ректор

/ Ю.Ю. Михальчевский

« 30 » 05 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая диагностика

Специальность

**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация
воздушного движения**

Специализация

«Организация технического обслуживания и ремонта воздушных судов»

Квалификация выпускника
инженер

Форма обучения
заочная

Санкт-Петербург
2023

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Техническая диагностика» являются формирование знаний, умений и навыков для успешной профессиональной деятельности в области организации технического обслуживания и ремонта ВС, в части управления техническим состоянием летательных аппаратов и двигателей гражданской авиации в процессе их технического обслуживания, в объеме, необходимом для подготовки специалистов, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт отечественной и зарубежной авиационной техники в гражданской авиации.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение и анализ физических процессов, сопровождающих возникновение и развитие дефектов в узлах и механизмах;
- овладение методами распознавания технического состояния изделия;
- решение задач выявления дефектов на ранней стадии развития и прогнозирования технического состояния на последующий период;
- изучение методов технической диагностики и неразрушающего контроля с использованием современных диагностических приборов;

Дисциплина обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического типа.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Техническая диагностика» представляет собой дисциплину, относящуюся к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули).

Данная дисциплина базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Методы и средства исследований авиационной техники» «Управление производственной деятельностью организации по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники», «Основы авиации», «Эксплуатационная надежность и режимы технической эксплуатации воздушных судов», «Испытания авиационной техники», «Испытания авиационных газотурбинных двигателей».

Дисциплина «Техническая диагностика» является обеспечивающей для дисциплин: «Техническое обслуживание и ремонт воздушных судов», «Конструкция и техническое обслуживание самолета (типа)», «Конструкция и техническое обслуживание вертолета (типа)», «Методы и средства диагностирования авиационной техники», «Сертификация и лицензирование организаций по техническому обслуживанию и ремонту воздушных судов».

Дисциплина изучается в 8 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Техническая диагностика» направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2	Способен организовывать и обеспечивать техническое обслуживание и ремонт воздушных судов и авиационных двигателей, оформлять техническую документацию по формам установленной отчетности, осуществлять контроль за качеством технического обслуживания и ремонта авиационной техники для поддержания и сохранения летной годности воздушных судов
ИД ³ _{ПК2}	Использует средства технической диагностики и неразрушающего контроля, диагностическую аппаратуру при поиске неисправностей авиационной техники
ПК-4	Способен организовывать, осуществлять поиск и устранение неисправностей воздушных судов и авиационных двигателей, принимать меры по сокращению простоев воздушных судов при техническом обслуживании и предотвращению отказов в полете авиационной техники по вине инженерно-технического персонала.
ИД ² _{ПК4}	Организует мероприятия по поиску и устранению неисправностей при техническом обслуживании воздушных судов и авиационных двигателей, принимает меры по сокращению простоев воздушных судов
ПК-5	Способен осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, используя перспективные российские и зарубежные разработки в области гражданской авиации, разрабатывать предложения по совершенствованию эксплуатационно-ремонтной документации, внедрению новых передовых форм и методов

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	технического обслуживания воздушных судов.
ИД ² _{пк5}	Разрабатывает и подаёт предложения по совершенствованию эксплуатационно-ремонтной документации, внедрению новых передовых форм и методов технического обслуживания воздушных судов
ПК-8	Способен организовывать и обеспечивать проведение измерений и инструментальный контроль, осуществлять диагностирование, прогнозирование технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей, владеть методами проведения испытаний авиационной техники.
ИД ¹ _{пк8}	Организует проведение измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- средства технической диагностики и неразрушающего контроля;
- диагностическую аппаратуру при поиске неисправностей авиационной техники;
- мероприятия по поиску и устранению неисправностей при техническом обслуживании воздушных судов и авиационных двигателей.

Уметь:

- организовывать и обеспечивать техническое обслуживание и ремонт воздушных судов и авиационных двигателей;
- организовывать, осуществлять поиск и устранение неисправностей воздушных судов и авиационных двигателей;
- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации;
- организовывать и обеспечивать проведение измерений и инструментальный контроль.

Владеть:

- навыками оформлять техническую документацию по формам установленной отчетности;

- методами и средствами осуществлять контроль за качеством технического обслуживания и ремонта авиационной техники для поддержания и сохранения летной годности воздушных судов;
- навыками разрабатывать предложения по совершенствованию эксплуатационно-ремонтной документации, внедрению новых передовых форм и методов технического обслуживания воздушных судов.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестры
		8
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа:	12,5	12,5
Лекции	2	2
практические занятия	4	4
семинары	-	-
лабораторные работы	-	-
курсовой проект	4	4
Самостоятельная работа студента	125	125
Промежуточная аттестация:	4	4
контактная работа	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену	6,5	6,5

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции				Образовательные технологии и	Оценочные средства
		ПК-2	ПК-4	ПК-5	ПК-8		
Тема 1. Введение. Термины и определения.	15,6	+	+	+	+	ВК, Л, ПЗ, СРС РКС	УО, РЗ, СЗ

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции				Образовательные технологии и	Оценочные средства
		ПК-2	ПК-4	ПК-5	ПК-8		
						КУП	
Тема 2. Повреждаемость конструкций и элементов изделий авиационной техники. Диагностические параметры.	13,6	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 3. Диагностирование по изменению рабочих параметров. Диагностирование по изменению физико-механических параметров.	13,6	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС РКС	КР РЗ, СЗ
Тема 4. Вибродиагностика. Цифровые методы обработки диагностических сигналов, понятие о спектрах	13,6	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 5. Классификационные методы распознавания состояний.	13,6	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 6. Инструментальные методы диагностики. Принципы построения методов неразрушающего контроля на основе использования волновых процессов. Классификация видов неразрушающего контроля.	13,6	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС РКС	УО, РЗ, СЗ
Тема 7. Визуально-оптический и капиллярный методы неразрушающего контроля. Ультразвуковая дефектоскопия. Вихретоковый метод. Магнитные методы неразрушающего контроля.	13,6	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС РКС	УО, РЗ, СЗ

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции				Образовательные технологии и	Оценочные средства
		ПК-2	ПК-4	ПК-5	ПК-8		
Тема 8. Информационное обеспечение процессов диагностирования авиатехники в гражданской авиации. Прогнозирование состояний авиационных конструкций.	13,6	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС РКС	УО, РЗ, СЗ КР
Тема 9. Системы регистрации параметров и алгоритмы обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи подразделения диагностики на авиапредприятии.	24,2	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС РКС	УО, РЗ, СЗ ЗК
Промежуточная аттестация	9						
Итого семестр	135						
Всего по дисциплине	144						

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, РКС – разбор конкретной ситуации, ВК – входной контроль, УО – устный опрос, РЗ – расчетная задача, СЗ – ситуационная задача, КР – контрольная работа, КУП – курсовой проект, ЗК – защита курсового проекта.

5.2 Темы дисциплины и виды занятий.

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КП	Всего часов
Тема 1. Введение. Термины и определения.	0,2	0,4	-	-	13	2	15,6
Тема 2. Повреждаемость конструкций и элементов изделий авиационной техники. Диагностические параметры.	0,2	0,4	-	-	13	-	13,6

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КП	Всего часов
Тема 3. Диагностирование по изменению рабочих параметров. Диагностирование по изменению физико-механических параметров.	0,2	0,4	-	-	13	-	13,6
Тема 4. Вибродиагностика. Цифровые методы обработки диагностических сигналов, понятие о спектрах	0,2	0,4	-	-	13	-	13,6
Тема 5. Классификационные методы распознавания состояний.	0,2	0,4	-	-	13	-	13,6
Тема 6. Инструментальные методы диагностики. Принципы построения методов неразрушающего контроля на основе использования волновых процессов. Классификация видов неразрушающего контроля.	0,2	0,4	-	-	13	-	13,6
Тема 7. Визуально-оптический и капиллярный методы неразрушающего контроля. Ультразвуковая дефектоскопия. Вихретоковый метод. Магнитные методы неразрушающего контроля.	0,2	0,4	-	-	13	-	13,6
Тема 8. Информационное обеспечение процессов диагностирования авиатехники в гражданской авиации. Прогнозирование состояний авиационных конструкций.	0,2	0,4	-	-	13	-	13,6
Тема 9. Системы регистрации параметров и алгоритмы обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи подразделения диагностики на авиапредприятии.	0,4	0,8	-	-	21	2	24,2
Промежуточная аттестация							9
Итого по дисциплине	2	4	-	-	125	4	135
Всего по дисциплине							144

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, С – семинар, СРС – самостоятельная работа студента, КП – курсовой проект.

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Термины и определения.

Общие положения. Знакомство с оборудованием и инструктаж по технике безопасности в лаборатории технической диагностики. Основные термины и определения дисциплины. Физические основы изменения надежности конструкций авиационной техники.

Тема 2. Повреждаемость конструкций и элементов изделий авиационной техники. Диагностические параметры.

Понятие повреждаемости авиационных конструкций. Механизмы повреждаемости, их влияние на выработку ресурса.

Тема 3. Диагностирование по изменению рабочих параметров. Диагностирование по изменению физико-механических параметров.

Основные диагностические параметры и признаки, сопровождающие изменение состояния авиационных конструкций.

Тема 4. Вибродиагностика. Цифровые методы обработки диагностических сигналов, понятие о спектрах.

Оценка и использование диагностической информации при эксплуатации авиационных конструкций. Энтропийные принципы распознавания состояний авиационных конструкций. Возникновение и оценка диагностической информации.

Тема 5. Классификационные методы распознавания состояний.

Классификационные методы распознавания. Метод Байеса. Методы статистических решений.

Тема 6. Инструментальные методы диагностики. Принципы построения методов неразрушающего контроля на основе использования волновых процессов. Классификация видов неразрушающего контроля.

Основы прогнозирования состояний авиационных конструкций. Условия построения диагностических моделей. Принципы построения доверительных интервалов в диагностических моделях.

Тема 7. Визуально-оптический и капиллярный методы неразрушающего контроля. Ультразвуковая дефектоскопия. Вихретоковый метод. Магнитные методы неразрушающего контроля.

Инструментальные методы распознавания состояний составных частей, узлов и элементов авиационной техники.

Тема 8. Информационное обеспечение процессов диагностирования авиатехники в гражданской авиации. Прогнозирование состояний авиационных конструкций.

Задачи и структура систем сбора и обработки информации. Информационное обеспечение процессов диагностирования авиатехники в гражданской авиации.

Тема 9. Системы регистрации параметров и алгоритмы обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи подразделения диагностики на авиапредприятии.

Организация служб диагностики в авиакомпаниях страны. Структура службы диагностики в авиакомпаниях. Задачи подразделений лаборатории диагностики. Формирование диагноза по результатам обследования объектов (систем) АТ.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие № 1. Введение Термины и определения. Физические основы изменения надежности конструкций авиационной техники. Выдача задания КУП.	0,4
2	Практическое занятие № 2. Повреждаемость авиационных конструкций. Механизмы повреждаемости, их влияние на выработку ресурса. Работа на виртуальных тренажерах.	0,4
3	Практическое занятие № 3. Диагностические параметры и признаки, сопровождающие изменение состояния авиационных конструкций.	0,4
4	Практическое занятие № 4. Информационные основы технической диагностики. Энтропийные принципы распознавания состояний авиационных конструкций.	0,4
5	Практическое занятие № 5. Классификационные методы распознавания состояний.	0,4
6	Практическое занятие № 6. Прогнозирование состояний авиационных конструкций. Работа на виртуальных тренажерах.	0,4
7	Практическое занятие № 7. Инструментальные методы диагностики.	0,4
8	Практическое занятие № 8. Информационное обеспечение процессов диагностирования	0,4

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
	авиатехники в гражданской авиации. Организация служб диагностики в авиакомпаниях страны.	
9	Практическое занятие № 9 Системы регистрации параметров и алгоритмы обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи подразделения диагностики на авиапредприятии. Защита КУП.	0,8
Всего по дисциплине		4

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6. Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
1	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Общие положения. Знакомство с оборудованием и инструктаж по технике безопасности в лаборатории технической диагностики. Основные термины и определения дисциплины. Физические основы изменения надежности конструкций авиационной техники [1-20]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Анализ задания на КУП.	13
2	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Понятие повреждаемости авиационных конструкций. Механизмы повреждаемости, их влияние на выработку ресурса [1-20]. Подготовка к устному опросу.	13

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
	Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.	
3	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Основные диагностические параметры и признаки, сопровождающие изменение состояния авиационных конструкций [1-20]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Подготовка к контрольной работе.	13
4	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Оценка и использование диагностической информации при эксплуатации авиационных конструкций. Энтропийные принципы распознавания состояний авиационных конструкций. Возникновение и оценка диагностической информации [1-20]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Выполнение 1 раздела курсового проекта.	13
5	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Классификационные методы распознавания. Метод Байеса. Методы статистических решений [1-20]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Выполнение 1 раздела курсового проекта.	13
6	Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и	13

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
	<p>практическим занятиям) Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Основы прогнозирования состояний авиационных конструкций. Условия построения диагностических моделей. Принципы построения доверительных интервалов в диагностических моделях Подготовка к устному опросу. [1-20]. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Выполнение 2 раздела курсового проекта.</p>	
7	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Инструментальные методы распознавания состояний составных частей, узлов и элементов авиационной техники [1-20]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Выполнение 2 раздела курсового проекта.</p>	13
8	<p>Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям) Проработка учебного материала по конспектам, учебной, методической и научной литературе Изучение тем (вопросов) дисциплины, составление конспектов: Задачи и структура систем сбора и обработки информации. Информационное обеспечение процессов диагностирования авиатехники в гражданской авиации. Организация служб диагностики в авиакомпаниях страны. Структура службы диагностики в авиакомпаниях. Задачи подразделений лаборатории диагностики. Формирование диагноза по результатам обследования объектов (систем) АТ [1-20]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных</p>	13

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	задач. Оформление курсового проекта. Подготовка к контрольной работе.	
9	Системы регистрации параметров и алгоритмы обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи подразделения диагностики на авиапредприятии. [1-20]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Подготовка к защите курсового проекта.	21
Всего по дисциплине		125

5.7 Курсовые проекты

В таблице приведена структура курсового проекта

Наименование этапа выполнения курсового проекта Трудоемкость (часы)	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Выдача задания на курсовой проект	2
Этап 2. Выполнение раздела «Диагностирование по изменению рабочих параметров. Диагностирование по изменению физико-механических параметров»	СРС
Этап 3. Выполнение раздела 2 (исследовательская часть)	
Этап 4. Оформление курсового проекта	
Защита курсового проекта	2
Итого контактная работа по курсовому проекту	4

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1 Малкин, В.С. **Техническая диагностика**: Учеб. пособ. для вузов. / В. С. Малкин. - СПб.: Лань, 2013. - 272с.– ISBN- 978-00-1327287-0. Количество экземпляров 52.

2 Автоматика и регулирование авиационных двигателей и энергетических установок [Электронный ресурс]: электрон. конспект лекций / [Г. М. Макарьянц, А. Н. Крючков, В. П. Шорин, А. Г. Гимадиев] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) (СГАУ). - Самара, 2011. Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Avtomatika-i-regulirovanie-aviacionnyh-dvigateli-i-energeticheskikh-ustanovok-Elektronnyi-resurs-elektron-konspekt-lekcii-54690> свободный (дата обращения: 20.01.2021)

3 Кузнецов, А. В. Технология идентификации ГТД как объекта регулирования (ОР) в диапазоне изменения возмущающих воздействий [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / А. В. Кузнецов, Г. М. Макарьянц ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Самар. нац. исслед. ун-т им. С. П. Королева. - Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2017. Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/handle/Methodicheskie-materialy/Tehnologiya-identifikacii-GTD-kak-obekta-regulirovaniya-OR-v-diapazone-izmeneniya-vozmushaushih-vozddeistvii-Elektronnyi-resurs-ucheb-posobie-71518> свободный (дата обращения: 20.01.2021).

б) дополнительная литература

4 **Авиатранспортное обозрение** [Текст] : Air transport observer : журнал / учредитель и издатель: А.Б.Е. Медиа. - Москва : А.Б.Е. Медиа, 1996-. - 27 см.; ISSN 1991-6574 (подписка с 2008).

5 **Крылья Родины** : ежемесячный национальный авиационный журнал. - Москва: ООО "Редакция журнала "Крылья Родины", 1950-.; ISSN 0130-2701 (подписка с 2008).

6 **Авиация и космонавтика вчера, сегодня, завтра** [Текст] : научно-популярный журнал / учредитель: Бакурский Виктор Александрович, Военно-Воздушные Силы России, Лепилкин Андрей Викторович. - Москва : Техинформ, 1997-. - 29 см.; ISSN 1682-7759 (подписка с 2008).

7 **Транспорт: наука, техника, управление**: научный информационный сборник / учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН). - Москва : ВИНИТИ, 1990-. - 28 см.; ISSN 0236-1914 (2022).

8 **Проблемы безопасности полетов** : научно-технический журнал / учредители: Российская академия наук, Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ). - Москва : ВИНИТИ, 1989-. - 21 см.; ISSN 0235-5000 (2022).

9 **Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 6. Тэхніка**: журнал / учредитель и издатель: Гродненский государственный университет имени Янки Купалы. -Гродно : Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, 2009- ISSN 2223-5396 (2022). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/3350?category=931> , свободный (дата обращения 09.03.2023).

10 **Вестник Таджикского национального университета. Серия Естественных Наук / Паёми Донишгоњи милли тољикистон. Бахши Илмҳои Табиӣ** : журнал / учредитель и издатель: Таджикский национальный университет. - Душанбе: Таджикский национальный университет, 1990-. ISSN 2413-452X (2015-2020). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2429?category=917> , свободный (дата обращения 09.03.2023).

11 **Наука и техника**: международный научно-технический журнал / учредитель и издатель: Белорусский национальный технический университет. - Минск: Белорусский национальный технический университет, 2002-. ISSN 2227-1031 (2018-2022). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2418?category=917> , свободный (дата обращения 09.03.2023).

12 **ҚазҰТУ Хабаршысы / Вестник Казахского национального технического университета им. К.И. Сатпаева**: журнал / учредитель и издатель: Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева. - Алматы : Казахский национальный технический университет, 1994-. ISSN 1680-9211 (2015). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2565?category=917> , свободный (дата обращения 09.03.2023).

13 **Vojnotehnicki glasnik / Military Technical Courier / Военно-технический вестник**: мультидисциплинарный научный журнал / учредитель и издатель : Университет обороны в г. Белград. - Белград : Университет обороны в г. Белград, 1953-. ISSN 0042-8469 (2013-2022). Режим доступа: <https://e.lanbook.com/journal/2490?category=931>, свободный (дата обращения 09.03.2023).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

14 **Административно-управленческий портал** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aup.ru/>, свободный (дата обращения: 20.01.2021).

15 **Техническая диагностика**: Метод. указ. по изучению дисциплины, выполнению контрольной работы и курсового проекта. Для студентов ФАИТОП очной и заочной формы обучения Специальности 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения» специализации «Организация технического обслуживания и ремонта воздушных судов» / Любимов И.В., сост. - СПб. : ГУГА, 2022. - 28с. ISBN – отсутствует. Количество экземпляров 50.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

16 **Административно-управленческий портал** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.aup.ru/>, свободный (дата обращения: 20.01.2021).

17 ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий. Принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://www.consultant.ru/law/hotdocs/42307.html>, свободный (дата обращения: 20.01.2021).

г) программное обеспечение (лицензионное и свободно распространяемое), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

18 **Консультант Плюс**. Официальный сайт компании [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения: 20.01.2021)

19 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>, свободный.

20 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Техническая диагностика	Аудитория 360	Комплект учебной мебели - 30 шт. Экран ProjectaProStar 183*240см MatteWhiteСнаштативе Доска двойная Проектор AcerX1261 P (1024x768, 3700:1,+/-40 28Db Lamp:4000HRS Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Виртуальный учебный комплекс «Техническая эксплуатация самолета Sukhoi Superjet 100» Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»	Adobe Acrobat Reader DC (freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390) Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Opera (freeware) Google Chrome (freeware) DAEMON Tools Lite (freeware) WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation) Windows 7 (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года)
	Аудитория 364	Комплект учебной мебели – 20 шт. Доска двойная Макет авиадвигателя НК 82У Нервюры крыла	Драйвера и их компоненты. Adobe Acrobat Reader DC (freeware) Adobe Flash Player

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		<p>Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Виртуальный учебный комплекс «Техническая эксплуатация самолета Sukhoi Superjet 100» Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»</p>	<p>(freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390) K-Lite Mega Codec Pack (freeware) Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Mozilla Firefox (MPL/GPL/LGPL) Ultra-Defrag 7.0.2 (GNU GPL 2) Unchecky (freeware) DAEMON Tools Lite (freeware) Opera (freeware) WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation) Windows 7 (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года) Adobe Acrobat Reader XI (freeware) Adobe Flash Player (freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390) K-Lite Mega Codec Pack (freeware) Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) ABBYY FineReader 10 CorporateEditional (лицензия № AF10</p>
	<p>МИС (Моторно-испытательная станция) Учебно-производственные мастерские</p>	<p>Авиадвигатель АИ-25 Вертолетный двигатель ТВ2-117 Редуктор для стенда 2 штуки; блок преобразователя; Металлоконструкция для стендов турбовального двигателя Выпрямитель электрического тока с параметрами 28 в, 600 а; или аэродромный выпрямитель АВ-2МБ Монитор 17" Acer AL 1716 As - 2 шт. Дрель ударная МАКИТА 650вт Машина отрезная угловая МАКИТА 2000вт Сварочный аппарат TELVIN-NORDICA 230В Станок сверлильный STERN 350 Вт Точило STERN 350 Вт Верстак столярный - 9 шт. Вибростенд ВЭДС-100 Вольтметр универсальный В-7-35 Изделие АИ-9 Измеритель вибрации ИВ-300</p>	<p>(лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390) K-Lite Mega Codec Pack (freeware) Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Mozilla Firefox (MPL/GPL/LGPL) Ultra-Defrag 7.0.2 (GNU GPL 2) Unchecky (freeware) DAEMON Tools Lite (freeware) Opera (freeware) WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation) Windows 7 (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года) Adobe Acrobat Reader XI (freeware) Adobe Flash Player (freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390) K-Lite Mega Codec Pack (freeware) Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) ABBYY FineReader 10 CorporateEditional (лицензия № AF10</p>

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		<p>Комбинированный прибор Г Ц 4311 Макет учебный ТВ-2-117 (в разрезе) Многофункциональная информ управ система Модуль С 5-125 Преобразователь сварочный (2шт.) Преобразователь Ф 723/1 Преобразователь ЦАНТ 5-3/10 Преобразователь ЦАНТ-5-14/2 Преобразователь ЦВ-2-1 Сдвоенная измерительная аппаратура 2ИА-1А Станок токарный Стартер генератора СТУ-12Т установка д \ лабораторных работ № 1 установка для лабораторных работ № 2 Установка дозвуковое сопло Установка на базе двигателя АИ - 25 Установка на базе двигателя ТА-6 Тиски - 10 шт. Тиски слесарные - 10 шт. Штанген циркуль - 5 шт. Вертикальные жалюзи Л персик, к №367 кронштейн 7,5 размер 2,700*2,200 - 5 шт. Монитор LG ЛК-10055 - 2 шт. Монитор СТХ №02780 Системный компьютерный блок LG - 2 шт. Системный компьютерный блок 10476 Проектор BENQ - 2 шт. Принтер HPHEWLETPACKARD</p>	<p>3S1V00 102 от 23 декабря 2010 года) WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation) Windows XP (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)</p>

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		11311 Сканер Epson Доска - 3 шт. Экран Dinon - 2 шт. Стол для преподавателя - 2 шт. Парты со скамьей - 47 шт. Стулья - 4 шт. Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Виртуальный учебный комплекс «Техническая эксплуатация самолета Sukhoi Superjet 100» Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»	

8 Образовательные и информационные технологии

В рамках изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, курсовой проект, самостоятельная работа.

Входной контроль проводится преподавателем с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц.

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция имеет целью раскрыть текущее состояние и обозначить перспективы прогресса в области изучаемой дисциплины. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы и практические примеры. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного

изучения соответствующих тем, а также приобрести практические навыки. Проводимые в рамках практического занятия устные опросы и контрольная работа имеют профессиональную направленность.

Курсовой проект по дисциплине представляет собой самостоятельную работу студента и ставит цель систематизировать, закрепить и углубить теоретические и практические знания, умения и навыки по специализации с целью их применения для решения профессиональных задач.

Практические занятия и курсовой проект по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Также в качестве элемента практической подготовки применяется разбор конкретной ситуации, практические занятия на виртуальных тренажерах, заключающиеся в постановке перед студентами расчётных и ситуационных задач с целью достижения планируемых результатов в части умения анализировать процессы, протекающие в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов и авиационных двигателей.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой. Самостоятельная работа включает подготовку к устному опросу, подготовка к контрольной работе и решению расчётных и ситуационных задач, а также написание курсового проекта.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Фонд оценочных средств по дисциплине «Техническая диагностика» предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний студентов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме экзамена в 8 семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, перечень расчетных и ситуационных задач, вопросы для контрольной работы, а также тему курсового проекта и его защиту.

Устный опрос проводится на практических и лекционных занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала.

Контрольная работа выполняется обучающимися на практическом занятии на основании задания в форме теста, выдаваемого преподавателем по соответствующей теме дисциплины и представляет собой оценку полученных теоретических и практических знаний. Контроль выполнения контрольной работы, преследует собой цель своевременного выявления

усвоенного материала по конкретной теме дисциплины, для последующей корректировки.

Расчетные задачи, ситуационные задачи, контрольная работа, практические занятия на виртуальных тренажерах носят и темы курсового проекта носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков.

Защита курсового проекта – конечный продукт, который позволяет оценить умения и навыки обучающегося, самостоятельное применение знаний и ориентирования в информационном пространстве, а также уровень сформированности навыков практического и творческого мышления.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 8 семестре. К моменту сдачи экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

9.1. Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

Не применяется.

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Устный опрос оценивается следующим образом: развернутый ответ обучающегося должен представлять собой связный, логически последовательный ответ на вопрос. Критерии оценивания:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но

излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Для оценки контрольной работы (в форме тестирования по темам 1-4) применяется оценочная шкала, с указанием процентов правильных ответов:

Оценка «отлично» - 27-26 правильных ответов (100%-96%);

Оценка «хорошо» - 25-21 правильных ответов (92%-78%);

Оценка «удовлетворительно» - 20 -15 правильных ответов (74%-55%);

Оценка «неудовлетворительно» - 14 и менее правильных ответов (менее 51%).

Время выполнения контрольной работы – 30 минут.

Расчетные и ситуационные задачи:

«зачтено»: задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

На момент экзамена студент должен получить «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» за участие в по крайней мере в 50 % устных опросов, «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» за выполнение контрольной работы, «зачтено» за выполнение расчётных и ситуационных задач по всем темам, для которых они предусмотрены.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Тема курсового проекта: «Диагностирование по изменению рабочих параметров. Диагностирование по изменению физико-механических параметров».

Исходные данные для расчетов по курсовому проекту определяются исходя из номера зачетной книжки студента или порядкового номера студента по правилам, изложенным в методических указаниях по выполнению курсового проекта [5].

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

«Методы и средства исследований авиационной техники»

1. Методология теоретических и экспериментальных исследований в области технического обслуживания и ремонта воздушных судов.

2. Перспективные направления проведения научных исследований в области технического обслуживания и ремонта воздушных судов.
3. Особенности, методы и средства проведения научных исследований в области технической эксплуатации воздушного транспорта.

«Управление производственной деятельностью организации по техническому обслуживанию и ремонту авиационной техники»

1. Сущность, структура, принципы организации и типы производственного процесса.
2. Организационно-производственные структуры управления предприятием.
3. Планирование деятельности авиапредприятия.

«Испытания авиационной техники»

1. Испытания на воздействие факторов и условий жизненного цикла изделий авиационной техники
2. Измерения параметров АТ в процессе испытаний

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенци и	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
І этап		
ПК-2	ИД ³ _{ПК2}	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – средства технической диагностики и неразрушающего контроля – диагностическую аппаратуру при поиске неисправностей авиационной техники – мероприятия по поиску и устранению неисправностей при техническом обслуживании воздушных судов и авиационных двигателей <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – организовывать и обеспечивать техническое обслуживание и ремонт воздушных судов и авиационных двигателей
ПК-4	ИД ² _{ПК4}	
ПК-5	ИД ² _{ПК5}	
ПК-8	ИД ¹ _{ПК8}	

Компетенци и	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		– организовывать, осуществлять поиск и устранение неисправностей воздушных судов и авиационных двигателей
II этап		
ПК-2 ПК-4 ПК-5 ПК-8	ИД ³ _{пк2} ИД ² _{пк4} ИД ² _{пк5} ИД ¹ _{пк8}	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации – организовывать и обеспечивать проведение измерений и инструментальный контроль <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками оформлять техническую документацию по формам установленной отчетности – методами и средствами осуществлять контроль за качеством технического обслуживания и ремонта авиационной техники для поддержания и сохранения летной годности воздушных судов – навыками разрабатывать предложения по совершенствованию эксплуатационно-ремонтной документации, внедрению новых передовых форм и методов технического обслуживания воздушных судов.

9.5.1 Описание шкал оценивания

Шкала оценивания курсового проекта приведена в таблице:

Шкала оценивания	Составляющие	Признаки
Отлично	Расчётная часть	Все расчёты выполнены правильно

Шкала оценивания	Составляющие	Признаки
	Графическая часть	Обучающийся показывает отличные навыки выполнения чертежей. Чертежи практически полностью соответствуют требованиям ГОСТ.
	Выводы	Выводы грамотно сформулированы и обоснованы.
	Оформление	Курсовой проект оформлен аккуратно согласно требованиям к оформлению без орфографических и грамматических ошибок.
	Своевременность выполнения	Курсовой проект выполнен и сдан на проверку своевременно.
	Защита	Обучающийся доступно и ясно представляет результаты курсового проекта. Ответы на вопросы полные, глубокие. Обучающийся всесторонне оценивает и интерпретирует полученные результаты, доказывает их значимость. Грамотно и аргументировано представляет выводы.
Хорошо	Расчётная часть	Расчёты хотя и выполнены в целом правильно, имеют определённые недочёты в оформлении.
	Графическая часть	Обучающийся показывает хорошие навыки выполнения чертежей. Чертежи, хотя и имеют незначительные ошибки, в остальном соответствуют требованиям ГОСТ.
	Выводы	Выводы сформулированы с небольшими неточностями.
	Оформление	Курсовой проект оформлен аккуратно согласно требованиям к оформлению с небольшим количеством орфографических или грамматических ошибок.
	Своевременность выполнения	Курсовой проект выполнен и сдан на проверку своевременно.
	Защита	Доступно и ясно представляет результаты курсового проекта. Ответы на вопросы полные. Обучающийся оценивает и

Шкала оценивания	Составляющие	Признаки
		интерпретирует полученную информацию с незначительными неточностями, Демонстрирует самостоятельное мышление.
Удовлетворительно	Расчётная часть	Расчёты, хотя и имеют определённые погрешности, позволили сделать, в целом, правильные выводы.
	Графическая часть	Обучающийся показывает слабые навыки выполнения чертежей. Чертежи лишь частично соответствуют требованиям ГОСТ.
	Выводы	Не все выводы сформулированы, либо не точно сформулированы.
	Оформление	Курсовой проект оформлен неаккуратно, содержит орфографические и грамматические ошибки.
	Своевременность выполнения курсового проекта	Курсовой проект выполнен и сдан на проверку позже указанного срока.
	Защита	Обучающийся с трудом докладывает результаты курсового проекта. Ответы на вопросы неполные. Обучающийся может оценить полученные результаты и интерпретирует их со значительными неточностями.
Неудовлетворительно	Расчётная часть	Расчёты неверны или отсутствуют.
	Графическая часть	Обучающийся показывает крайне слабые навыки выполнения, чертежей, Чертежи не соответствуют ГОСТ.
	Выводы	Выводы не сформулированы.
	Оформление	Оформление курсового проекта не соответствует требованиям. Большое количество орфографических и грамматических ошибок.
	Защита	Обучающийся не может представить результаты курсового проекта. Не отвечает на вопросы или отвечает неверно.

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно выполняет практические задания, дает обоснованную оценку итогам суждений.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в выполнении практического задания некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи. Обучающийся решает практические задания верно.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными знаниями в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Практические задания выполнено не полностью, или содержатся незначительные ошибки в суждении.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает принципиальные ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и при выполнении практических заданий.

9.6. Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Примерный перечень вопросов устного опроса

1. Что называют технической диагностикой?
2. Оборудование лаборатории технической диагностики.
3. Правила техники безопасности при работе с оборудованием
4. Основные термины дисциплины Техническая диагностика.
5. Основные определения дисциплины.
6. Физические основы изменения надежности конструкций авиационной техники.
7. Понятие повреждаемости авиационных конструкций.
8. Механизмы повреждаемости.
9. Влияние повреждаемости на выработку ресурса.
10. Что такое диагностический параметр?
11. Основные диагностические параметры.

12. Параметры и признаки, сопровождающие изменение состояния авиационных конструкций
13. Оценка и использование диагностической информации при эксплуатации авиационных конструкций.
14. Энтропийные принципы распознавания состояний авиационных конструкций.
15. Возникновение и оценка диагностической информации.
16. Классификационные методы распознавания.
17. Метод Байеса.
18. Методы статистических решений.
19. Основы прогнозирования состояний авиационных конструкций.
20. Условия построения диагностических моделей.
21. Принципы построения доверительных интервалов в диагностических моделях.
22. Что такое инструментальный метод?
23. Основные инструментальные методы технической диагностики.
24. Задачи и структура систем сбора и обработки информации.
25. Организация служб диагностики в авиакомпаниях страны.
26. Задачи подразделений лаборатории диагностики.
27. Распознавания состояний составных частей, узлов и элементов авиационной техники инструментальными методами.

Примерная контрольная работа (в виде теста)

1. В чем заключается различие понятий “исправность” и “работоспособность”?
 - А) исправное изделие обязательно работоспособно
 - Б) работоспособное изделие не может быть неисправным
 - В) неисправное изделие не может быть работоспособным
2. Основные задачи технического диагностирования
 - А) контроль технического состояния,
 - Б) поиск места и определение причин отказа (неисправности);
 - В) прогнозирование технического состояния;
 - Г) разработка технологии ремонта и технического обслуживания
3. Для характеристики каких объектов целесообразно применять понятие «остаточный срок службы» вместо понятия “остаточный ресурс”?
 - А) для невозстанавливаемых
 - Б) для неремонтируемых
 - В) для принудительно заменяемых при наработках, соответствующих значениям срокам гарантийной безотказной работы
4. Что является наиболее характерной особенностью процесса измерения в задачах технического контроля?

- А) обеспечение высокой точности
 - Б) измеряются непосредственно только контролируемые параметры
 - В) для случая, когда контролируемые параметры недоступны для непосредственного измерения, то они определяются косвенно на основании доступных для непосредственного измерения составляющих вектора измеряемых параметров
 - Г) процесс измерения заключается в преобразовании (с помощью датчиков, преобразователей и других компонентов измерительного канала) вектора измеряемых параметров в вектор результатов измерений
5. Для чего необходим процесс накопления в задачах технического контроля?
- А) обеспечивает сохранность уже полученных в предшествующие моменты времени функционирования системы контроля данных для учета их при принятии решения в текущий момент времени
 - Б) определяются требованиями к мониторингу технического состояния объекта с целью повысить эффективность принятия решения о текущем техническом состоянии объекта и прогнозе этого состояния на будущее
 - В) для выполнения процедуры фильтрации, нормировки, калибрования и т.п.
6. Какую роли играет априорная информация при техническом контроле?
- А) информация используется на этапе проектирования системы контроля (для выбора измеряемых параметров и их характеристик, формулирования задач обработки и алгоритмов их решения)
 - Б) информация используется на этапе функционирования путем использования соответствующих данных об объекте в процессе принятия решения о текущем состоянии и прогноза будущих состояний
 - В) информация необходима при определении диапазона изменения и области допустимых значений контролируемых параметров
7. С какой целью при описании состояния системы вектор контролируемых параметров заменяют соответствующим ему вектором признаков, имеющих ту же размерность?
- А) для формализации вектора ограничений
 - Б) для построения решающего правила, с помощью которого предъявленная (диагностируемая) совокупность признаков будет отнесена к одному из возможных состояний
 - В) для упрощения процедур распознавания

Типовые расчетные задачи для проведения текущего контроля

Задача 1

Проводится анализ работы газотурбинного двигателя. Требуется сформулировать заключение об исправности двигателя и определить вероятность ошибки второго рода используя критерий Неймана – Пирсона. При этом для исправного ГТД:

$$m_1 = 0,07(\text{рад/с}); \sigma_1 = 0,01(\text{рад/с}),$$

а для неисправного ГТД:

$$m_2 = 0,12(\text{рад/с}); \sigma_2 = 0,015(\text{рад/с}).$$

Решение:

В соответствии с заданием, будем считать, что параметр V подчиняется нормальному закону распределения. При этом для исправного ГТД

$$m_1 = 0,07(\text{рад/с}); \sigma_1 = 0,01(\text{рад/с}),$$

а для неисправного ГТД

$$m_2 = 0,12(\text{рад/с}); \sigma_2 = 0,015(\text{рад/с}).$$

Примем допущение, что максимально допустимое значение ошибки первого рода $A \leq 0,05$, а замеренное значение $V_n = 0,1$.

Для решения задачи используем критерий Неймана – Пирсона.

Определяем критическое значение параметра V_0 и вероятность ошибки второго рода Q_2 . Используя для нахождения критического значения V_0 данные по исправному ГТД, получим уравнение

$$Q_1 = 1 - F((V_0 - m_1)/\sigma_1) = 1 - F((V_0 - 0,07)/0,01) = 0,05 \text{ или} \\ F((V_0 - 0,07)/0,01) = 0,95.$$

Из табл. 2.1 по значению функции Лапласа 0,95 найдем значение аргумента 1,65, откуда $(V_0 - 0,07)/0,01 = 1,65$, то есть $V_0 = 0,0865$.

Для определения вероятности ошибки второго рода воспользуемся формулой

$$Q_2 = F((V_0 - m_2)/\sigma_2) \text{ и табл. 2.1.}$$

Так как $(V_0 - m_2)/\sigma_2 = (0,0865 - 0,12)/0,015 = -2,2$, то

$$Q_2 = F(-2,2) = 1 - F(2,2) = 1 - 0,0986 = 0,014.$$

Так как фактическое значение параметра V_n превышает критическое V_0 , то делается вывод, что ГТД неисправен, а оценка вероятности ошибки второго рода составляет $Q_2 = 0,014$.

Задача 2. Проводится 8 независимых испытаний. Вероятность отказа 0,25 и постоянна. Определить вероятность того, что число отказов будет в диапазоне 1...3.

Решение:

Воспользуемся выражением биномиального распределения для оценки вероятности числа k исходов результатов в n независимых испытаниях

$$P_{k,n} = \frac{n!}{k!(n-k)!} p^k q^{n-k}, \text{ где } k \text{ – число событий, вероятность которых равна } p$$

и постоянна; n – число испытаний. $q = 1 - p$. Вероятность того, что число отказов

будет в диапазоне от 1 до 3 определяется как сумма вероятностей событий, т.е.

$$P_{1...3,8} = P_{1,8} + P_{2,8} + P_{3,8} \text{ и } P_{1...3,8} = 0,267 + 0,311 + 0,208 = 0,786.$$

Типовые ситуационные задачи для проведения текущего контроля

1. Выбрать метод, измерительное и материально-техническое обеспечение периодического контроля технического состояния элементов силового набора фюзеляжа ВС и обосновать его с точки зрения достаточности и необходимости. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

2. Оценить с уровнем значимости $\alpha=0,1$ эффективность выполненных доработок системы в период нормальной эксплуатации.

До выполнения доработок из 300 изделий отказали 9, после выполнения доработок за тот же период из 250 отказали 2.

Проверяемой является гипотеза об неизменности надежности изделий. Для ее проверки воспользуемся критерием χ^2 (Пирсона).

Обозначим $N_1=300$, $n_1=9$, $N_2=250$, $n_2=2$.

Если надежность не изменилась, то вероятность отказа в обоих случаях равна:

$Q = (n_1 + n_2) / (N_1 + N_2)$ и тогда

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - Q \cdot N_i)^2}{Q \cdot N_i}.$$

В данном случае $k=2$. Подставляя значения, получим:

$$Q = \frac{9 + 2}{300 + 250} = 0,02 \text{ и}$$

$$\chi^2 = \frac{(9 - 0,02 \cdot 300)^2}{0,02 \cdot 300} + \frac{(2 - 0,02 \cdot 250)^2}{0,02 \cdot 250} = 3,3.$$

Для уровня значимости $\alpha=0,1$ и $r=k-1$, найдем из таблиц $\chi^2=2,71$. Поскольку условие $\chi^2 < \chi_{\alpha,r}^2$ не выполняется, гипотеза об неизменности надежности отвергается, т.е. доработка оказалась эффективной и повысила надежность. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

Примерные вопросы для проведения промежуточной аттестации

- 1 Термины и определения технической диагностики.
- 2 Постановка задачи распознавания состояния технических объектов.
- 3 Краткая характеристика методов диагностирования.
- 4 Классификация методов диагностирования.
- 5 Колебательные и волновые процессы в механизмах и конструкциях.

- 6 Колебания систем с сосредоточенными параметрами.
- 7 Схема процесса изменения состояния механизма.
- 8 Типы связей между структурными и диагностическими параметрами.
- 9 Разбиение двумерного пространства признаков.
- 10 Колебательная система с одной степенью свободы.
- 11 Частотные характеристики импеданса.
- 12 Частотные характеристики входных импедансов.
- 13 Параметры для синусоидального процесса.
- 14 Сигнал и спектр вибрации дефектного механизма.
- 15 Представление вибросигнала в виде спектра.
- 16 Упругие волны в бесконечных и ограниченных структурах.
- 17 Распространение плоской волны в произвольном направлении.
- 18 Формы изгибных колебаний стержня на шарнирных опорах.
- 19 Зависимость амплитуды вынужденных колебаний стержня от номера моды.
- 20 Цифровые методы обработки диагностических сигналов
- 21 Дискретное цифровое представление непрерывных сигналов.
- 22 Спектральный анализ
- 23 Цифровые фильтры
- 24 АЧХ фильтра нижних частот
- 25 АЧХ фильтров верхних частот и полосовых фильтров.
- Построение динамической и математической модели объектов контроля
- 26 Схема формирования сигнала на выходе многомерной системы
- 27 Анализ динамических сил, действующих в механизмах, и их связь с дефектами основных узлов
- 28 Спектр амплитудно-модулированной силы
- 29 Изменения амплитуды, фазы и частоты гармонических модулированных возмущений.
- 30 Анализ реальных сигналов вибрации
- 31 Спектр мощности вибрационного сигнала с детерминированными и случайными составляющими.
- 32 Связь структурных и диагностических параметров при моделировании и анализе дефектов в типовых узлах механизмов
- 33 Последовательность обработки сигнала для выявления дефектов механизма по спектру огибающей вибрации.
- 34 Дефекты ротора с лопатками.
- 35 Моделирование дефекта лопатки ротора турбины.
- 36 Дефекты зубчатых передач.
- 37 Сигнал и спектр вибрации исправной зубчатой передачи.
- 38 Моделирование дефекта эксцентриситета зубчатого венца шестерни.
- 39 Дефекты подшипниковых узлов.
- 40 Стадии развития дефектов в подшипнике качения.
- 41 Дефекты потокосоздающих систем и насосов.

- 42 Спектр вибрации и спектр огибающей вибрации при наличии и отсутствии кавитации.
- 43 Дефекты электромашинных агрегатов.
- 44 УЗ контроль детали с использованием наклонного преобразователя.
- 45 Основные понятия теории электромагнитных методов неразрушающего контроля.
- 46 Классификация систем распознавания.
- 47 Методы теории статистических решений.
- 48 Критерий Байеса.
- 49 Минимаксный критерий.
- 50 Критерий Неймана-Пирсона.
- 51 Методы прогнозирования технического состояния механизмов и систем.

Типовые расчетные задачи для проведения промежуточной аттестации

Задача 1

Огибающая корреляционной функции шума работающего редуктора меняется по закону $\exp(-At)$. Состояние редуктора определяется значением параметра A , который подчиняется нормальному закону распределения. При этом для нормального редуктора:

$$A_1 = m(A) = 0,07(\text{рад/с}); \sigma_1 = \sigma(A) = 0,01(\text{рад/с}),$$

а для неисправного редуктора:

$$A_2 = m(A) = 0,12(\text{рад/с}); \sigma_2 = \sigma(A) = 0,015(\text{рад/с}).$$

Кроме того, стоимость правильных решений равна 0, а стоимость ошибки первого рода в пять раз меньше стоимости ошибки второго рода, т.е. $C_2 = 5C_1$. Используя минимаксный критерий найти критическое значение A_0 , а также вероятности ошибок первого и второго рода.

Решение:

Из уравнения $C_{12} \cdot Q_1(X_0) = C_{21} \cdot Q_2(X_0)$ получим $Q_1 = 5Q_2$. Выразим входящие в равенство величины через функцию Лапласа:

$$F((0,07 - A_0)/0,01) = 5F((A_0 - 0,12)/0,015).$$

$$\text{Отсюда } A_0 = 0,085, Q_1 = 0,05, Q_2 = 0,01.$$

Задача 2

Огибающая корреляционной функции шума работающего редуктора меняется по закону $\exp(-xt)$. Состояние редуктора определяется значением параметра x . Будем считать, что x подчиняется нормальному закону распределения. При этом для нормального редуктора

$$A_1 = m(x) = 0,07(\text{рад/с}); \sigma_1 = \sigma(x) = 0,01(\text{рад/с}),$$

а для неисправного редуктора

$$A_2 = m(x) = 0,12(\text{рад/с}); \sigma_2 = \sigma(x) = 0,015(\text{рад/с}).$$

Кроме того, стоимость правильных решений равна 0, а стоимость ошибки первого рода в пять раз меньше стоимости ошибки второго рода, т.е. $C_2 = 5C_1$. Требуется найти критическое значение A_0 , а также вероятности ошибок первого и второго рода.

Решение:

Из уравнения $C_{12} \cdot Q_1(X_0) = C_{21} \cdot Q_2(X_0)$ получим $Q_1 = 5Q_2$. Выразим входящие в равенство величины через функцию Лапласа:

$$F((0,07 - A_0)/0,01) = F((A_0 - 0,12)/0,015)$$

$$\text{Отсюда } A_0 = 0,085, Q_1 = 0,05, Q_2 = 0,01$$

Типовые ситуационные задачи для проведения промежуточной аттестации

Задача 1

Обосновать выбор метода контроля за развитием неисправностей у длительно работающего авиационного газотурбинного двигателя (ГТД).

Задача 2

Представить типовую методику контроля и прогнозирования технического состояния стойки шасси по результатам предшествующего и последнего обследования, основанную на экстраполяции функции, образуемой результатами периодических измерений параметра.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Техническая диагностика» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах. Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным

содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития. Именно на лекции формируется научное мировоззрение обучающегося, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний будущего управленца, стимулируется его активная познавательная деятельность.

Каждая лекция представляет собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы, как логически законченное целое и имеет конкретную целевую установку. Лекция показывает перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков, в том числе на виртуальных тренажерах. Основным содержанием этих занятий является практическая работа каждого обучающегося. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений и навыков обучающихся в решении практических заданий. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Также в качестве элемента практической подготовки применяется разбор конкретной ситуации. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется для оценки уровня остаточных знаний путём проведения устных опросов, решения расчетных и ситуационных задач, проведения контрольной работы.

В современных условиях перед студентом стоит важная задача – научиться работать с массивами информации. Обучающимся необходимо развивать в себе способность и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения. Обучающимся необходимо научиться управлять своей познавательной деятельностью в системе «информация – знание – информация». Прежде всего, для достижения этой цели, в вузе организуется самостоятельная работа обучающихся. Кроме того, современное обучение предполагает, что существенную часть времени в освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно. Принято считать, что такой метод обучения должен способствовать творческому овладению обучающимися специальными знаниями и навыками.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий: самостоятельный

поиск, анализ информации и проработка учебного материала; подготовку к устному опросу; решению расчётных и ситуационных задач, подготовку к контрольной работе; выполнение курсового проекта.

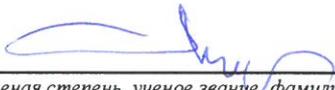
Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 8 семестре. К моменту экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен позволяют оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 24 «Авиационной техники и диагностики» « 12 » _____ 04 _____ 2023 года, протокол № 6 .

Разработчик:

К.Т.Н.

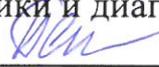

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Любимов И.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 24 «Авиационной техники и диагностики»

К.Т.Н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Петрова Т.В.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

К.Т.Н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Петрова Т.В.

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета « 22 » _____ 05 _____ 2023 года, протокол № 8 .