



**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/

« 23 » 10 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Техническая диагностика**

Направление подготовки

**25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей**

Профиль

**Поддержание летной годности**

Квалификация выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Санкт-Петербург

2023

## 1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Техническая диагностика» является получение обучающимися базовых знаний, умений и навыков для профессиональной деятельности в области поддержания летной годности техники гражданской авиации, в части управления техническим состоянием летательных аппаратов и авиационных двигателей в процессе их технического обслуживания и ремонтов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение и анализ основных физических процессов, сопровождающих возникновение и развитие типовых 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 основ методов технической диагностики и неразрушающего контроля с использованием современных диагностических средств.

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

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Техническая диагностика» представляет собой дисциплину, относящуюся к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Техническая диагностика» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Конструкция воздушных судов», «Основы технологии ремонта», «Теория технической эксплуатации авиационной техники», «Нормы летной годности».

Дисциплина «Техническая диагностика» является обеспечивающей для дисциплин: «Конструкция и прочность воздушных судов», «Конструкция и прочность авиационных двигателей», «Методы и средства диагностики», «Сохранение летной годности».

Дисциплина изучается в 4 и 5 семестрах.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

Код компетенции / индикатора	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде

Код компетенции / индикатора	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
ИД <sup>1</sup> <sub>ук3</sub>	Понимает сущность и значение командных ролей, творчески реализует свою роль в команде в процессе группового решения профессиональных проблем
ИД <sup>2</sup> <sub>ук3</sub>	Владеет методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
<b>ОПК-3</b>	<b>Способен применять теорию технической эксплуатации, 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</b>
ИД <sup>1</sup> <sub>опк3</sub>	Выбирает рациональные стратегии технического обслуживания воздушного судна.
ИД <sup>2</sup> <sub>опк3</sub>	Определяет техническое состояние авиационной техники в условиях эксплуатации.
ИД <sup>3</sup> <sub>опк3</sub>	Оценивает техническое состояние авиационного оборудования.
<b>ОПК-5</b>	<b>Способен применять современные средства выполнения и редактирования изображений и чертежей и подготовки конструкторско-технологической документации</b>
ИД <sup>1</sup> <sub>опк5</sub>	Применяет современные компьютерные технологии и программное обеспечение для разработки эскизов деталей машин, изображений сборочных единиц, сборочного чертежа изделия, составления спецификации с использованием стандартных средств автоматизации проектирования, решая профессиональные задачи.
ИД <sup>2</sup> <sub>опк5</sub>	Владеет навыками подготовки проектно-конструкторской документации разрабатываемых изделий и устройств
<b>ОПК-7</b>	<b>Способен проводить измерения и инструментальный контроль при эксплуатации авиационной техники, проводить обработку результатов и оценивать погрешности</b>
ИД <sup>1</sup> <sub>опк7</sub>	Осуществляет технологические операции по оценке технического состояния авиационной техники с использованием диагностических средств
ИД <sup>2</sup> <sub>опк7</sub>	Оценивает изменение технического состояния деталей, узлов и агрегатов авиационной техники в процессе эксплуатации

## 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 6 зачетные единицы, 216 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестры
		4 и 5
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Контактная работа, всего	122,8	122,8
лекции	46	46
практические занятия	70	70
семинары	-	-

лабораторные работы	0	0
курсовые проекты (работы)	4	4
Самостоятельная работа студента	51	51
Промежуточная аттестация	0	0
контактная работа	2,8	2,8
самостоятельная работа по подготовке к зачету и экзамену	42,2	42,2

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции				Образовательные технологии	Оценочные средства
		УК-3	ОПК-3	ОПК-5	ОПК-7		
<b>Семестр 4</b>							
Тема 1. Введение. Термины и определения.	11	+	+	-	+	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 2. Повреждаемость конструкций и элементов изделий авиационной техники. Диагностические параметры.	18	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 3. Диагностирование по изменению рабочих параметров. Диагностирование по изменению физико-механических параметров.	16	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, Д, Т
Тема 4. Вибродиагностика. Цифровые методы обработки диагностических сигналов, понятие о спектрах	18	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	У
Всего по дисциплине в 4 семестре	72						
Промежуточная аттестация	9						
<b>Семестр 5</b>							
Тема 5. Классификационные методы	18	+	+	+	+	Л, ПЗ,	У,

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции				Образовательные технологии	Оценочные средства
		УК-3	ОПК-3	ОПК-5	ОПК-7		
распознавания состояний.						СРС	Д, Т
Тема 6. Инструментальные методы диагностики. Принципы построения методов неразрушающего контроля на основе использования волновых процессов. Классификация видов неразрушающего контроля.	21	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 7. Визуально-оптический и капиллярный методы неразрушающего контроля. Ультразвуковая дефектоскопия. Вихретоковый метод. Магнитные методы неразрушающего контроля.	21	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, Д, Т
Тема 8. Информационное обеспечение процессов диагностирования авиатехники в гражданской авиации. Прогнозирование состояний авиационных конструкций.	25	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, Д, Т
Тема 9. Системы регистрации параметров и алгоритмы обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи подразделения диагностики на авиапредприятии.	23	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, Д, Т
Всего по дисциплине в 5 семестре	144						
Промежуточная аттестация	36						
Итого по дисциплине	216						

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, У – устный опрос, Д – доклад, Т – тест.

## 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
------------------------------	---	----	---	----	-----	----	-------------

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Семестр 4							
Тема 1. Введение. Термины и определения.	4	4	–	–	3	–	11
Тема 2. Повреждаемость конструкций и элементов изделий авиационной техники. Диагностические параметры.	5	5	–	–	8	–	18
Тема 3. Диагностирование по изменению рабочих параметров. Диагностирование по изменению физико-механических параметров.	4	4	–	–	8	–	16
Тема 4. Вибродиагностика. Цифровые методы обработки диагностических сигналов, понятие о спектрах	5	5	–	–	8	–	18
Всего по дисциплине в 4 семестре	18	18	-	-	27	-	72
Промежуточная аттестация							9
Семестр 5							
Тема 5. Классификационные методы распознавания состояний.	4	10	–	–	4	–	18
Тема 6. Инструментальные методы диагностики. Принципы построения методов неразрушающего контроля на основе использования волновых процессов. Классификация видов неразрушающего контроля.	6	10	–	–	5	–	21
Тема 7. Визуально-оптический и капиллярный методы неразрушающего контроля. Ультразвуковая дефектоскопия. Вихретоковый метод. Магнитные методы неразрушающего контроля.	6	10	–	–	5	–	21
Тема 8. Информационное обеспечение процессов диагностирования авиатехники в гражданской авиации. Прогнозирование состояний авиационных конструкций.	6	12	–	–	5	2	25

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 9. Системы регистрации параметров и алгоритмы обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи подразделения диагностики на авиапредприятии.	6	10	–	–	5	2	23
Всего по дисциплине в 5 семестре	28	52	–	–	24	4	144
Промежуточная аттестация							36
Итого по дисциплине							216

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, С – семинар, ЛР – лабораторная работа, СРС – самостоятельная работа студента, КР – курсовая работа.

### 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)
Семестр 4		
1	Практическое занятие 1, 2 «Термины и определения»	4
2	Практическое занятие 3, 4, 5 «Повреждаемость конструкций и элементов изделий авиационной техники. Диагностические параметры»	5
3	Практическое занятие 5, 6, 7 «Диагностирование по изменению рабочих параметров. Диагностирование по изменению физико-механических параметров»	4
4	Практическое занятие 7, 8, 9 «Классификационные методы распознавания	5

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
	состояний»	
Итого в 4 семестре		18
<b>Семестр 5</b>		
5	Практическое занятие 10-14 «Классификационные методы распознавания состояний»	10
6	Практическое занятие 15-19 «Инструментальные методы диагностики. Принципы построения методов неразрушающего контроля на основе использования волновых процессов»	10
7	Практические занятия 20-24 «Визуально оптический и капиллярный методы неразрушающего контроля. Ультразвуковая дефектоскопия. Вихретоковый метод. Магнитные методы неразрушающего контроля»	10
8	Практические занятия 25-30 «Информационное обеспечение процессов диагностирования авиатехники в гражданской авиации. Прогнозирование состояний авиационных конструкций»	12
9	Практические занятия 31-35 «Системы регистрации параметров и алгоритмы обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи подразделения диагностики на авиапредприятии»	10
Итого в 5 семестре		52
Итого по дисциплине		70

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
<b>Семестр 4</b>		
1	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала,	3

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (ЧАСЫ)
	конспектирование материала по теме. [1, 2, 6, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу.	
2	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу.	8
3	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 5, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу. 3. Подготовка к тесту. 4. Подготовка доклада.	8
4	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 2, 3, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу.	8
Итого в 4 семестре		27
5	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 2, 3, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу. 3. Подготовка к тесту. 4. Выполнение 1 раздела курсового проекта.	4
6	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу.	5
7	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 6, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу. 3. Выполнение 2 раздела курсового проекта.	5

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (часы)
8	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 6, 7-10] 2. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Оформление курсового проекта	5
9	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 6, 7-10] Подготовка к защите курсового проекта.	5
Итого в 5 семестре		24
Итого по дисциплине		51

### 5.7 Курсовые проекты

В таблице приведена структура курсового проекта

Наименование этапа выполнения курсового проекта Трудоёмкость (часы)	Трудоёмкость (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: 20.01.2023)

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-vozmushashih-vozddeistvii-Elektronnyi-resurs-ucheb-posobie-71518> свободный (дата обращения: 20.01.2023).

б) дополнительная литература

- 4 **Авиатранспортное обозрение** [Текст]: Air transportobserver: 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 Донишгоҳи милли тоҷикистон. 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 **Министерство транспорта Российской Федерации. Официальный сайт** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/>, свободный (дата обращения: 12.01.2021).

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

- 15 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>. - свободный (дата обращения 12.01.2021).
- 16 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/> – свободный (дата обращения 12.01.2021).
- 17 **Информационно-правовой портал** [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.garant.ru/> – свободный (дата обращения 12.01.2021).

- 18 **Правовой информационный ресурс** [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> – свободный (дата обращения 12.01.2021).
- 19 Parkan. Хроника империи. Принятие решений для выживаемости человека в условиях полной неопределенности и свободы действий. [Электронный ресурс]: сб. игр ФАРГУС на русском языке. – М., [2007]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru> – Загл. с экрана.
- 20 RailroadTycoon. Принятие решений железнодорожным магнатом. Русская версия. [Электронный ресурс]: сб. игр ФАРГУС на русском языке. – М., [2005]. – Режим доступа: <http://www.cfin.ru> – Загл. с экрана.

## 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения учебного процесса материально-техническими ресурсами используется (МТО):

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 28DbLamp: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) MicrosoftOffice 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	Драйвера и их компоненты.

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		<p>82У</p> <p>Нервюры крыла</p> <p>Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный)</p> <p>Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный)</p> <p>Виртуальный учебный комплекс «Техническая эксплуатация самолета Sukhoi Superjet 100»</p> <p>Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»</p>	<p>Adobe Acrobat Reader DC (freeware)</p> <p>Adobe Flash Player (freeware)</p> <p>Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390)</p> <p>K-Lite Mega Codec Pack (freeware)</p> <p>MicrosoftOffice Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)</p> <p>Mozilla Firefox (MPL/GPL/LGPL)</p> <p>Ultra-Defrag 7.0.2 (GNU GPL 2)</p> <p>Unchecky (freeware)</p> <p>DAEMON Tools Lite (freeware)</p> <p>Opera (freeware)</p> <p>WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation)</p> <p>Windows 7 (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года)</p> <p>Adobe Acrobat Reader XI (freeware)</p> <p>Adobe Flash Player (freeware)</p> <p>Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390)</p> <p>K-Lite Mega Codec Pack (freeware)</p> <p>MicrosoftOffice Профессиональный</p>
	<p>МИС (Моторно-испытательная станция)</p> <p>Учебно-производственные мастерские</p>	<p>Авиадвигатель АИ-25</p> <p>Вертолетный двигатель ТВ2-117</p> <p>Редуктор для стенда 2 штуки;</p> <p>блок преобразователя;</p> <p>Металлоконструкция для стендов турбовального двигателя</p> <p>Выпрямитель электрического тока с параметрами 28 в, 600 а; или аэродромный выпрямитель АВ-2МБ</p> <p>Монитор 17" Acer AL 1716 As - 2 шт.</p> <p>Дрель ударная MAKITA 650вт</p> <p>Машина отрезная угловая MAKITA 2000вт</p> <p>Сварочный аппарат TELVIN-NORDICA 230В</p> <p>Станок сверлильный STERN 350 Вт</p> <p>Точило STERN 350 Вт</p> <p>Верстак столярный - 9 шт.</p> <p>Вибростенд ВЭДС-100</p> <p>Вольтметр универсальный В-7-35</p> <p>Изделие АИ-9</p>	<p>Mozilla Firefox (MPL/GPL/LGPL)</p> <p>Ultra-Defrag 7.0.2 (GNU GPL 2)</p> <p>Unchecky (freeware)</p> <p>DAEMON Tools Lite (freeware)</p> <p>Opera (freeware)</p> <p>WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation)</p> <p>Windows 7 (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года)</p> <p>Adobe Acrobat Reader XI (freeware)</p> <p>Adobe Flash Player (freeware)</p> <p>Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390)</p> <p>K-Lite Mega Codec Pack (freeware)</p> <p>MicrosoftOffice Профессиональный</p>



Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		<p>Измеритель вибрации ИВ-300</p> <p>Комбинированный прибор Г Ц 4311</p> <p>Макет учебный ТВ-2-117 (в разрезе)</p> <p>Многофункциональная информ управ система Модуль С 5-125</p> <p>Преобразователь сварочный (2шт.)</p> <p>Преобразователь Ф 723/1</p> <p>Преобразователь ЦАНТ 5-3/10</p> <p>Преобразователь ЦАНТ-5-14/2</p> <p>Преобразователь ЦВ-2-1 Сдвоенная измерительная аппаратура 2ИА-1А</p> <p>Станок токарный</p> <p>Стартер генератора СТУ-12Т</p> <p>установка д \ лабораторных работ № 1</p> <p>установка для лабораторных работ № 2</p> <p>Установка дозвуковое сопло</p> <p>Установка на базе двигателя АИ - 25</p> <p>Установка на базе двигателя ТА-6</p> <p>Тиски - 10 шт.</p> <p>Тиски слесарные - 10 шт.</p> <p>Штанген циркуль - 5 шт.</p> <p>Вертикальные жалюзи Л персик, к №367 кронштейн 7,5 размер 2,700*2,200 - 5 шт.</p> <p>Монитор LG ЛК-10055 - 2 шт.</p> <p>Монитор СТХ №02780</p> <p>Системный компьютерный блок LG - 2 шт.</p>	<p>плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)</p> <p>АВВУУ</p> <p>FineReader 10</p> <p>CorporateEditional (лицензия № AF10 3S1V00 102 от 23 декабря 2010 года)</p> <p>WinRAR 3.9</p> <p>(лицензия на Spb State University of Civil Aviation)</p> <p>WindowsXP</p> <p>(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
		Системный компьютерный блок 10476 Проектор BENQ - 2 шт. Принтер HP HPHEWLETTPACKARD 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 предполагается использовать следующие образовательные технологии: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. 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, созданных в среде PowerPoint, при необходимости привлекаются открытые

Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы, видеоматериалы.

Практическое занятие выполняется в целях практического закрепления теоретического материала, излагаемого на лекции, отработки навыков использования пройденного материала. Практическое занятие предполагает анализ ситуаций и примеров, а также исследование актуальных проблем по темам дисциплины. Главной целью практического занятия является индивидуальная, практическая работа каждого обучающегося, направленная на формирование у него компетенций, определенных в рамках дисциплины.

Самостоятельная работа студента (обучающегося) является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым не особо сложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий, самостоятельная работа с литературой и периодическими изданиями, в том числе находящимися в глобальных компьютерных сетях.

Самостоятельная работа подразумевает самостоятельный поиск, анализ информации, проработку учебного материала, конспектирование материала, подготовку докладов, подготовку к тестам, устным опросам.

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

Уровень и качество знаний у обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости включает устные опросы, тесты, доклады по темам дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 54 семестре. К моменту сдачи экзамена должны быть пройдены предыдущие формы текущего контроля. Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

### *Устный опрос*

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Устный опрос проводится, как правило, в течение 10 минут. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

При оценке опросов анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на учебную литературу и т.д.

Также анализируется понимание обучающимся конкретной ситуации, способность обоснования выбранной точки зрения, глубина проработки

практического материала.

### *Тестирование*

Тестирование проводится, как правило, в течение 10 минут по темам в соответствии с данной программой и предназначено для проверки обучающихся на предмет освоения пройденного материала.

### *Доклад*

Доклад – один из видов самостоятельной работы студентов, который представляется в печатной или рукописной форме, также обучающемуся необходимо сделать устный доклад продолжительностью 7–10 минут. Доклад предназначен для развития способности к восприятию, анализу, критическому осмыслению, систематизации информации и отработки навыков грамотного и логичного изложения материала.

### *Экзамен*

Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Проведение экзамена состоит из ответов на вопросы билета. Экзамен предполагает ответ на теоретические вопросы из перечня вопросов, вынесенных на экзамен и решение практической задачи. К моменту сдачи экзамена должны быть пройдены предыдущие формы текущего контроля.

## **9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов**

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**

### **Шкалы оценивания**

#### *Устный опрос*

«Отлично»: обучающийся четко и ясно, по существу дает ответ на поставленный вопрос.

«Хорошо»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы.

«Удовлетворительно»: обучающийся не сразу дал верный ответ, но смог дать его правильно при помощи ответов на наводящие вопросы.

«Неудовлетворительно»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

### *Тестирование*

«Отлично»: правильные ответы даны на не менее чем 85 % вопросов.

«Хорошо»: правильные ответы даны на не менее чем 75 % вопросов.

«Удовлетворительно»: правильные ответы даны на не менее чем 60% вопросов.

«Неудовлетворительно»: правильные ответы даны на 59% вопросов и менее.

### *Доклад*

Доклад, соответствующий требованиям, оценивается на «отлично».

Доклад, не соответствующий требованиям, оценивается на «неудовлетворительно».

Доклад, соответствующий требованиям не полностью, может быть оценен на «хорошо» или на «удовлетворительно».

Основаниями для выставления оценки «отлично» являются:

- грамотное, связное и непротиворечивое изложение сути вопроса;
- актуальность используемых в докладе сведений;
- высокое качество изложения материала докладчиком;
- способность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации;

- уверенные ответы на заданные в ходе обсуждения вопросы;
- отсутствие у преподавателя обоснованных сомнений в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

Основаниями для выставления оценки «хорошо» являются:

- грамотное, связное и непротиворечивое изложение сути вопроса;
- актуальность используемых в докладе сведений;
- удовлетворительное качество изложения материала докладчиком;
- способность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации;

- уверенные ответы на большую часть заданных в ходе обсуждения вопросов;

- отсутствие у преподавателя обоснованных сомнений в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

Основаниями для выставления оценки «удовлетворительно» являются:

- отсутствие грамотного, связного и непротиворечивого изложения сути вопроса;

- использование в докладе устаревших сведений.

Основаниями для выставления оценки «неудовлетворительно» являются:

- неудовлетворительное качество изложения материала докладчиком;
- неспособность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации;

- неспособность ответить на большую часть заданных в ходе обсуждения вопросов;

– обоснованные сомнения в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

За активное участие в обсуждении докладов и вопросов обучающиеся могут быть поощрены дополнительным баллом.

#### Экзамен

«*Отлично*» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

«*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 решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

«*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 разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

«*Неудовлетворительно*» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

### **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

Дисциплина «Техническая диагностика» изучается обучающимися в 54 семестре, в связи с этим входной контроль остаточных знаний не проводится.

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

##### Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
<b>ОПК-3</b>	ИД <sup>1</sup> <sub>опк3</sub>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– средства технической диагностики и неразрушающего контроля</li> <li>– диагностическую аппаратуру при поиске неисправностей авиационной техники</li> <li>– мероприятия по поиску и устранению неисправностей притехническом обслуживании воздушных судов и авиационных двигателей</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– организовывать и обеспечивать техническое обслуживание и ремонт воздушных судов и авиационных двигателей</li> <li>– организовывать, осуществлять поиск и устранение неисправностей воздушных судов и авиационных двигателей</li> </ul>
	ИД <sup>2</sup> <sub>опк3</sub>	
<b>ОПК-5</b>	ИД <sup>3</sup> <sub>опк3</sub>	
	ИД <sup>1</sup> <sub>опк5</sub>	
	ИД <sup>1</sup> <sub>опк7</sub>	
<b>ОПК-7</b>	ИД <sup>2</sup> <sub>опк7</sub>	
<b>УК-3</b>	ИД <sup>1</sup> <sub>ук3</sub>	
	ИД <sup>2</sup> <sub>ук3</sub>	
II этап		
<b>ОПК-3</b>	ИД <sup>1</sup> <sub>опк3</sub>	Умеет:

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
<p><b>ОПК-5</b></p> <p><b>ОПК-7</b></p> <p><b>УК-3</b></p>	<p>ИД<sup>2</sup><sub>опк3</sub></p> <p>ИД<sup>3</sup><sub>опк3</sub></p> <p>ИД<sup>1</sup><sub>опк5</sub> ИД<sup>2</sup><sub>опк5</sub></p> <p>ИД<sup>1</sup><sub>опк7</sub></p> <p>ИД<sup>2</sup><sub>опк7</sub></p> <p>ИД<sup>1</sup><sub>ук3</sub></p> <p>ИД<sup>2</sup><sub>ук3</sub></p>	<p>– осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации</p> <p>– организовывать и обеспечивать проведение измерений и инструментальный контроль</p> <p>Владеет:</p> <p>– навыками оформлять техническую документацию по формам установленной отчетности</p> <p>– методами и средствами осуществлять контроль за качеством технического обслуживания и ремонта авиационной техники для поддержания и сохранения летной годности воздушных судов</p> <p>– навыками разрабатывать предложения по совершенствованию эксплуатационно-ремонтной документации, внедрению новых передовых форм и методов технического обслуживания воздушных судов.</p>

## 9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине

### Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

#### 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 невосстанавливаемых
  - 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

$P_{k,n} = \frac{n!}{k!(n-k)!} p^k q^{n-k}$ , где  $k$  – 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  $\chi^2$  (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  $\chi^2 < \chi^2_{\alpha,r}$  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**

Изучение дисциплины «Техническая диагностика» обучающимися организуется в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы. Продолжительность изучения дисциплины – 54 семестр. Уровень и качество знаний у обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия (п. 5.2, 5.3, 5.4). В ходе лекции преподаватель излагает и

разъясняет основные, наиболее сложные понятия, а также соответствующие теоретические и практические проблемы, дает задания и рекомендации для практических занятий, а также указания по выполнению обучающимся самостоятельной работы.

Задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами;
- краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, методов, принципов данной дисциплины;
- краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов, освещение дискуссионных проблем;
- определение перспективных направлений дальнейшего развития научного знания в данной области.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста.

Качественно сделанный конспект лекций поможет обучающемуся в процессе самостоятельной работы и при подготовке к сдаче экзамена.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с п. 5.4. Цели практических занятий: закрепить теоретические знания, полученные студентом на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы; приобрести начальные практические умения и навыки.

Темы практических занятий (п. 5.4) заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цели и задачи занятия, обращая их внимание на наиболее сложные вопросы по изучаемой теме. В рамках практического занятия могут быть проведены: устный опрос, тестирование, доклады и т. п. (п. 9.6).

Современное обучение предполагает, что существенную часть времени при освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно. Такой метод обучения способствует творческому овладению обучающимися специальными знаниями и навыками. Обучающимся необходимо развивать в себе способность работать с массивами информации и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения.

Самостоятельная работа студента включает в себя (п. 5.6):

- самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала;
- подготовку к устным опросам (вопросы устного опроса в п. 9.6);
- подготовку докладов (примерный перечень тем докладов в п. 9.6);
- подготовку к тестам (типовые тесты в п. 9.6).

Завершающим этапом самостоятельной работы является подготовка к



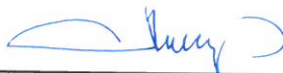
сдаче экзамена. Примерные теоретические вопросы и практические задачи, выносимые на экзамен по дисциплине «Техническая диагностика» приведен в п. 9.6.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №24 «Авиационной техники и диагностики» «4» 11 2023 года, протокол № 4.

Разработчик:

к.т.н., доцент

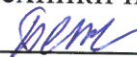


Любимов И.В.

*(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)*

Заведующий кафедрой № 24 «Авиационной техники и диагностики»

к.т.н., доцент



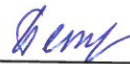
Петрова Т.В.

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

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент



Петрова Т.В.

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

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «22» 11 20 23 года, протокол № 3.