



**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 » июля 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методы и средства исследования**

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 «Методы и средства исследования» является: формирование знаний, умений и навыков для успешной профессиональной деятельности в области поддержания летной годности, в части определения и прогнозирования технического состояния воздушных судов современными методами, в том числе на основе способности организовывать и обеспечивать проведение измерений и инструментального контроля, осуществлять исследование, осуществлять прогнозирование технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей для поддержания и сохранения летной годности воздушных судов.

Задачами освоения дисциплины являются формирование у обучающихся знаний, умений и навыков, позволяющих самостоятельно использовать методы и средства контроля технического состояния согласно методикам, предусмотренным в соответствующих руководствах по поддержанию лётной годности воздушных судов.

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

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Методы и средства исследования» представляет собой дисциплину, относящуюся к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Методы и средства исследования» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплины «Системы воздушных судов и авиационных двигателей».

Дисциплина «Методы и средства исследования» является обеспечивающей для дисциплин: «Конструкция и прочность воздушных судов», «Конструкция и прочность авиационных двигателей», «Техническое обслуживание самолета типа», «Системный анализ в управлении производством», «Испытание воздушных судов», «Испытание авиационных двигателей», «Эксплуатация радиооборудования воздушных судов».

Дисциплина изучается в 6 семестре.

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс освоения дисциплины «Методы и средства исследования» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции / индикатора	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
<b>ПК-8</b>	Способен организовывать и обеспечивать проведение измерений и инструментальный контроль, осуществлять диагностирование, прогнозирование технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей
<i>ИД<sup>1</sup><sub>ПК8</sub></i>	Организует проведение измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники
<i>ИД<sup>2</sup><sub>ПК8</sub></i>	Владеет методами и понимает важность проведения диагностирования, прогнозирования технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей

### **Планируемые результаты изучения дисциплины:**

#### **Знать:**

- методы и средства измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники;

- методы проведения диагностических испытаний авиационной техники и ранжирование их по степени важности, прогнозирования технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей.

#### **Уметь:**

- организовывать проведение измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники.

- применять методы проведения диагностических испытаний авиационной техники и определять порядок их применения в зависимости от степени важности, прогнозирования технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей.

#### **Владеть:**

- методами организации проведения измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники.

- навыками применения методов проведения диагностических испытаний авиационной техники и определения порядка их применения в зависимости от степени важности, прогнозирования технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей.

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестры
		6
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа, всего	66,5	66,5
лекции	32	32
практические занятия	28	28
семинары	-	-
лабораторные работы	0	0
курсовые работы	4	4
Самостоятельная работа студента	44	44
Промежуточная аттестация	36	36
контактная работа	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену	33,5	33,5

#### 5 Содержание дисциплины

##### 5.1. Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-8		
Тема 1. Введение. Термины и определения.	14	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 2. Повреждаемость авиационных конструкций.	16	+	Л, РКС, ПЗ, КУР, СРС	УО СЗ
Тема 3. Диагностические параметры.	14	+	Л, РКС,	УО

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-8		
			ПЗ, СРС	СЗ
Тема 4. Информационные основы технической диагностики.	14	+	Л, РКС, ПЗ, СРС	УО КР СЗ
Тема 5. Классификационные методы распознавания состояний.	14	+	Л, РКС, ПЗ, СРС	УО СЗ
Тема 6. Прогнозирование состояний авиационных конструкций.	14	+	Л, РКС, ПЗ, СРС	УО, СЗ
Тема 7. Инструментальные методы диагностики.	10	+	Л, РКС, ПЗ, СРС	УО СЗ
Тема 8. Информационное обеспечение процессов диагностирования. Организация служб диагностики в авиакомпаниях страны.	12	+	Л, РКС, ПЗ, СРС	УО РЗ, СЗ, ЗК
Итого по дисциплине:	108			
Промежуточная аттестация	36			
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, КУР – курсовая работа, ЗК – защита курсовой работы.

## 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Введение. Термины и определения.	4	4	–	–	6	–	14
Тема 2. Повреждаемость авиационных конструкций.	4	4	–	–	6	2	16
Тема 3. Диагностические параметры.	4	4	–	–	6	–	14
Тема 4. Информационные основы технической диагностики.	4	4	–	–	6	–	14
Тема 5. Классификационные методы распознавания состояний.	4	4	–	–	6	–	14
Тема 6. Прогнозирование состояний авиационных конструкций.	4	4	–	–	6	–	14
Тема 7. Инструментальные методы диагностики.	4	2	–	–	4	–	10
Тема 8. Информационное обеспечение процессов диагностирования. Организация служб диагностики в авиакомпаниях страны.	4	2			4	2	12
Всего по дисциплине	32	28	–	–	44	4	108
Промежуточная аттестация							36
Итого по дисциплине							144

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 авиационных конструкций.**

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

**Тема 3. Диагностические параметры.**

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

**Тема 4. Информационные основы технической диагностики.**

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. Прогнозирование состояний авиационных конструкций.**

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

**Тема 7. Инструментальные методы диагностики.**

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

**Тема 8. Информационное обеспечение процессов диагностирования.**

**Организация служб диагностики в авиакомпаниях страны.**

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.

**5.4 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
1	Практическое занятие № 1. Виды неразрушающего	4

	контроля.	
2	Практическое занятие № 2. Диагностирование по изменению рабочих параметров ГТД, регистрируемых в полете и в наземных условиях. Работа на виртуальном тренажере.	4
3	Практическое занятие № 3. Вибродиагностика.	4
4	Практическое занятие № 4. Цифровые методы обработки диагностических сигналов.	4
5	Практическое занятие № 5. Принципы построения методов неразрушающего контроля (НК) на основе использования волновых процессов.	4
6	Практическое занятие № 6. Ультразвуковая дефектоскопия	4
7	Практическое занятие № 7. Магнитные методы НК. Визуально-оптический и капиллярный методы НК.	2
8	Практическое занятие № 8. Характеристика систем регистрации параметров и алгоритмов обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи лаборатории диагностики на авиапредприятии. Работа на виртуальном тренажере.	2
Итого по дисциплине:		28

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	Повторение материалов лекции. Изучение теоретического материала по теме Термины и определения [1-19]. Подготовка к устному опросу.	6
2	Изучение теоретического материала по теме Повреждаемость авиационных конструкций [1-19]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению ситуационных задач. Анализ задания по	6

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	курсовой работе.	
3	Изучение теоретического материала по теме Диагностические параметры [1-19]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению ситуационных задач. Выполнение 1 раздела курсовой работы.	6
4	Изучение теоретического материала по теме Информационные основы технической диагностики [1-19]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению ситуационных задач. Подготовка к контрольной работе. Выполнение 1 раздела курсовой работы.	6
5	Изучение теоретического материала по теме Классификационные методы распознавания состояний [1-19]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению ситуационных задач. Выполнение 2 раздела курсовой работы.	6
6	Изучение теоретического материала по теме Прогнозирование состояний авиационных конструкций [1-19]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению ситуационных задач. Выполнение 2 раздела курсовой работы.	6
7	Изучение теоретического материала по теме Инструментальные методы диагностики [1-19]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению ситуационных задач. Оформление курсовой работы.	4
8	Изучение теоретического материала по теме Информационное обеспечение процессов диагностирования. Организация служб диагностики в авиакомпаниях страны [1-19]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных задач Подготовка к решению ситуационных задач. Подготовка к защите курсовой работы.	4
Итого по дисциплине:		44

## 5.7 Курсовая работа

В таблице приведена структура курсовой работы

Наименование этапа выполнения курсовой работы	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Выдача задания.	2
Этап 2. Выполнение раздела «Расчёт суммарной жесткости упругих опор с учетом изгибной жесткости вала ротора»	СРС
Этап 3. Выполнение раздела «Определение вероятности ошибки 2 рода»	
Этап 4. Оформление курсовой работы	
Защита курсовой работы	2
Итого контактная работа по курсовой работе:	4

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ушаков, А. П. **Методы и средства диагностирования авиационной техники. Часть 1:** Учебное пособие / А.П. Ушаков. – СПб.: Университет ГА., 2011. – 120 с. ISBN – отсутствует. Количество экземпляров 170.

2. Киселев, Ю. В. **Вибрационная диагностика систем и конструкций авиационной техники:** Электронное учебное пособие/ Ю. В. Киселев. – Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2010. – 103 с. УДК 621.431.75:534. Режим доступа: [https://ssau.ru/files/education/uch\\_posob/Вибрационная%20диагностика-Киселев%20ЮВ.pdf](https://ssau.ru/files/education/uch_posob/Вибрационная%20диагностика-Киселев%20ЮВ.pdf) свободный (дата обращения: 20.01.2025).

3. Ушаков, А.П. **Методы и средства диагностирования:** Методические указания по изучению дисциплины и контрольные задания под ред. д.т.н. А.П. Ушакова / А.П. Ушаков, Г.Е. Иванов, С.И. Касаткин. – СПб: Университет ГА., 2003. – 62 с. ISBN – отсутствует. Количество экземпляров 250.

4. **Методы и средства диагностирования авиационной техники:** Учеб. пособ. для вузов. / Т. В. Петрова, Д. А. Иванов. - СПб. : ГУГА, 2021. - 114с. - ISBN 978-5-4334-0514-1. Количество экземпляров 60.

б) дополнительная литература:

5. **Методы и средства диагностирования авиационной техники:** 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» / Иванов Д.А., сост. - СПб. : ГУГА, 2021. – 60 с. ISBN – отсутствует. Количество экземпляров 50.

6. **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).

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

8. **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).

9. **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 : ВИНТИ, 1990-. - 28 см.; ISSN 0236-1914 (2022).

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

11. **Вестник 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 20.08.2023).

12. **Вестник Таджикского национального университета. Серия Естественных Наук / Паёми Донишгоњи миллии тољикистон. Баҳши 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 20.01.2025).

13. **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 20.01.2025).

14. **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 20.01.2025).

15. **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 20.01.2025).

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

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

17. **Библиотека СПбГУ ГА** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spbguga.ru/objects/e-library/> , свободный (дата обращения 20.01.2025).

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

18. **Гарант** [Электронный ресурс] официальный сайт компании Гарант. - Режим доступа: <http://www.aero.garant.ru> , свободный (дата обращения 20.01.2025).

19. **КонсультантПлюс**. Официальный сайт компании [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.consultant.ru/> свободный (дата обращения 20.01.2025).

## 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
Авиационное материаловедение	Аудитория 14	1. Дефектоскоп Томографик УД-4ТМ 2. Комплект обор. для модернизации разрывной машины ИМ-12А 3. Комплект обор. для модернизации разрывной машины РМИ-250 4. Комплект обор. для модернизации разрывной	Adobe Acrobat Reader DC (freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390) MicrosoftOffice Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		<p>машины Р-5</p> <p>5. Октанометр – индикатор ПЭ7300 (ремфонд)</p> <p>6. Стол, стул преподавателя 1 шт.</p> <p>7. Комплект мебели 20 шт.</p>	<p>февраля 2008 года)</p> <p>Opera (freeware)</p> <p>Google Chrome (freeware)</p> <p>DAEMON Tools Lite (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) Драйвера и их компоненты.</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>Microsoft Office 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</p>

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
			(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 Corporate Edition (лицензия № AF10 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)

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

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

форме устного опроса по вопросам следующих дисциплин: «Методы и средства исследований авиационной техники» «Надежность авиационной техники», «Техническая диагностика», «Средства контроля технического состояния авиационной техники».

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Лекция предназначена для раскрытия состояния и перспектив развития авиационной техники в современных условиях. 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 (в форме тестирования) имеют профессиональную направленность.

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

Практические занятия и курсовая работа 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 с точки зрения диагностических признаков, владения методами организации проведения измерений и инструментального контроля при осуществлении исследования и определения технического состояния авиационной техники.

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, а также написание курсовой работы.

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Методы и средства исследования» 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 6 семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, расчетные задачи, ситуационные задачи, вопросы для контрольной работы, а также тему курсовой работы и её защиту.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, темы сообщений, расчетные задачи, задания для решения на практических занятиях, ситуационные задачи, а также темы курсовой работы и её защита.

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, занятия на виртуальных тренажерах и темы курсовой работы носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков.

Защита курсовой работы – 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 6 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 по дисциплине**

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 Тема курсовой работы по дисциплине

Тема курсовой работы: «Оценка технического состояния газотурбинного двигателя».

Исходные данные для расчетов по курсовой работе определяются исходя из номера зачетной книжки студента или порядкового номера студента по правилам, изложенным в методических указаниях по выполнению курсовой работы [5].

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

*Системы воздушных судов и авиационных двигателей*

1. Перечислите основные системы воздушных судов
2. Основные элементы топливной системы воздушного судна
3. Основные элементы гидравлической системы воздушного судна

### 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>ПК-8</b>	$ID_{ПК8}^1$ $ID_{ПК8}^2$	Знает: – методы и средства измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники; – методы проведения диагностических испытаний авиационной техники и ранжирование их по степени важности, прогнозирования технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей. Умеет:

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		<ul style="list-style-type: none"> <li>– организовывать проведение измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники.</li> </ul>
<b>II этап</b>		
<b>ПК-8</b>	<i>ИД<sub>ПК8</sub><sup>1</sup></i> <i>ИД<sub>ПК8</sub><sup>2</sup></i>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять методы проведения диагностических испытаний авиационной техники и определять порядок их применения в зависимости от степени важности, прогнозирования технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей.</li> </ul> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами организации проведения измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники.</li> <li>– навыками применения методов проведения диагностических испытаний авиационной техники и определения порядка их применения в зависимости от степени важности, прогнозирования технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей.</li> </ul>

### 9.5.1 Описание шкал оценивания

Шкала оценивания курсовой работы приведена в таблице:

Шкала оценивания	Составляющие	Признаки
Отлично	Расчётная часть	Все расчёты выполнены

Шкала оценивания	Составляющие	Признаки
		правильно
	Графическая часть	Обучающийся показывает отличные навыки выполнения чертежей. Чертежи практически полностью соответствуют требованиям ГОСТ.
	Выводы	Выводы грамотно сформулированы и обоснованы.
	Оформление	Курсовая работа оформлена аккуратно согласно требованиям к оформлению без орфографических и грамматических ошибок.
	Своевременность выполнения	Курсовая работа выполнена и сдана на проверку своевременно.
	Защита	Обучающийся доступно и ясно представляет результаты курсовой работы. 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	Курсовая работа оформлена аккуратно согласно требованиям к оформлению с небольшим количеством орфографических или грамматических ошибок.
	Своевременность выполнения	Курсовая работа выполнена и сдана на проверку своевременно.
	Защита	Доступно и ясно представляет

Шкала оценивания	Составляющие	Признаки
		результаты курсовой работы. Ответы на вопросы полные. Обучающийся оценивает и 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	Курсовая работа оформлена неаккуратно, содержит орфографические и грамматические ошибки.
	Своевременность выполнения курсовой работы	Курсовая работа выполнена и сдана на проверку позже указанного срока.
	Защита	Обучающийся с трудом докладывает результаты курсовой работы. 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 курсовой работы не соответствует требованиям. Большое количество орфографических и грамматических ошибок.

Шкала оценивания	Составляющие	Признаки
	Защита	Обучающийся не может представить результаты курсовой работы. 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 обучения по дисциплине**

#### **Примерный перечень вопросов устного опроса**

1. Что такое неразрушающий контроль?
2. Виды неразрушающего контроля.
3. Задачи, решаемые методами НК.

4. Диагностирование по изменению физико-механических параметров ГТД.
5. Выкрашивание поверхностного слоя под воздействием динамических нагрузок.
6. Метод контроля, основанный на принципах обнаружения, частиц износа.
7. Диагностирование состояния ГТД по параметрам вибрации.
8. Представление диагностических сигналов в цифровом виде.
9. Анализ спектра сигнала.
10. Дискретизация и квантование
11. Теорема Котельникова
12. Частота Найквиста
13. Диагностическая информативность колебаний волн.
14. Основные характеристики колебательных систем.
15. На каких физических принципах основан импедансный вид НК?
16. Преимущества и недостатки вихретокового метода НК.
17. Достоинства акустического метода НК по сравнению с вихретоковым.
18. Как уменьшить величину мертвых зон в случае использования акустического эхо метода?
19. Какие операции необходимо выполнить при использовании магнитных методов и средств контроля?
20. Достоинства и недостатки магнитных видов НК.
21. Характерные дефекты, обнаруженные капиллярным НК.
22. В чем отличие визуальных методов НК от визуально-оптических?
23. Перечислите основные наземные системы обработки полётной информации.
24. Схема взаимодействия лаборатории диагностики с другими подразделениями авиапредприятия.
25. Каковы функции лаборатории диагностики и ее структура?

### **Примерная контрольная работа (в виде теста)**

1. Что из перечисленного является методом неразрушающего контроля?  
А) магнитный  
Б) акустический  
В) оптический  
**Г) все перечисленные**
2. Зачем нужна диагностика?  
А) повысить безопасность эксплуатации  
Б) свести к минимуму внезапные внеплановые остановки технического оборудования  
В) повысить качество ремонта и устранить вторичные поломки  
**Г) все перечисленные**
3. Для чего нужно использовать эндоскопы?

- А) для измерения плотности жидкости
  - Б) для поиска трещин**
  - В) для поиска повреждения внутреннего покрытия**
  - Г) измерения уровня жидкости
4. К основным функциям лаборатории диагностики относятся
- А) оценка технического состояния АТ по результатам контроля за изменением диагностических параметров**
  - Б) снятие и установка с воздушного судна агрегата для диагностики
  - В) оценка технического состояния узлов и деталей изделий АТ неразрушающими методами контроля**
  - Г) оперативная обработка результатов измерений и осмотров, формирование рекомендаций руководству предприятия**
5. При осуществлении вихретокового контроля (ВТК) применяются методы:
- А) переменного тока и переменного электромагнитного пол**
  - Б) индукционный**
  - В) амплитудно-фазовы
  - Г) капиллярный
6. Способы предоставления окончечной информации
- А) электронно-лучевой (дефектоскоп Д-5);
  - Б) звуковой (дефектоскопы Д-5, ТВД, Проба-5);
  - В) световой (дефектоскопы Д-5, ТВД, Проба-5)
  - Г) все ответы верны**
7. Условиями для выявления дефектов на объектах контроля в ВТК дефектоскопии являются
- А) шероховатость поверхности не должна превышать  $R_z = 20$ , мкм**
  - Б) шероховатость поверхности не должна превышать  $R_z = 30$ , мкм
  - В) скорость сканирования не должна превышать 3 м/мин**
  - Г) отсутствие ближе 2 мм стальных элементов**
8. В толщинометрии вихретоковый контроль позволит измерять
- А) толщину электропроводных материалов**
  - Б) усталостные трещины на лопатках
  - В) коррозию на агрегатах
9. Акустический неразрушающий контроль это
- А) это вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации параметров упругих колебаний, возбужденных в контролируемом объекте**
  - Б) это неразрушающий контроль, основанный на анализе взаимодействия оптического излучения с объектом контроля
  - В) это визуально-оптический контроль
  - Г) это импелансный контроль
10. Ультразвуковой диапазон
- А) 1 Гц до 20 тыс. Гц
  - Б) 20 - 200 тыс. Гц**
  - В) 0,6 – 50 МГц
  - Г) более 100 МГц

11. Звуковой диапазон

**а) 1 Гц до 20 тыс. Гц**

б) 20 - 200 тыс. Гц

в) 0,6 – 50 МГц

г) более 100 МГц

12. Импедансный метод – это

А) это вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации параметров упругих колебаний, возбужденных в контролируемом объекте

Б) это неразрушающий контроль, основанный на анализе взаимодействия оптического излучения с объектом контроля

**В) это метод, основанный на регистрации величины акустического импеданса участка контролируемого объекта**

Г) это ультразвуковой метод

13. Техническое состояние объекта – это...

**А) состояние, которое характеризуется в определенный момент времени при определенных условиях внешней среды значениями параметров, установленными технической документацией на объект;**

Б) состояние, которое значениями параметров, установленными технической документацией на объект;

В) состояние, которое характеризуется в определенный момент времени при определенных условиях внешней среды значениями параметров.

14. Работоспособность – это...

А) Объект, удовлетворяющий всем требованиям нормативно-технической документации;

**Б) Состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации;**

В) Состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и исследовательской документации.

15. По взаимодействию объекта и средства диагностирования различают методы:

А) функциональные и аналитические;

**Б) функциональные и тестовые;**

В) Тестовые и аналитические.

16. Нерегистрируемые параметры ГТД – это...

**А) параметры проточной части;**

Б) параметры окружающей среды;

В) параметры, определяемые математически.

17. Импеданс – это...

А) прохождение волной препятствия насквозь;

Б) отношение колебательной силы к массе колеблемого тела;

**В) отношение колебательной силы к вызванной этой силой колебательной скорости массы  $M$  и имеет комплексный характер.**

18. Размерность импеданса.

**А)  $H^* \text{ с/м}$ ;**

Б)  $H^* \text{ м/с}$ ;

В)  $H^* \text{ кг/м}$ .

19. Какие виды диагностирования относятся к неразрушающему контролю?

А) оптический и электромагнитный;

Б) акустический и капиллярный;

В) магнитный и радиационный;

**Г) все перечисленные.**

20. Неразрушающий контроль – это...

А) контроль надежности основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных его элементов или узлов;

Б) контроль надежности основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных его элементов или узлов, не требующий выведения объекта из работы;

**В) контроль надежности основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных его элементов или узлов, не требующий выведения объекта из работы либо его демонтажа.**

21. Какие параметры измеряются в ГТД при диагностировании по изменению рабочих параметров?

**А) давление и температура;**

Б) расход воздуха;

В) степень повышения давления.

22. Какой показатель является самым чувствительным параметром состояния ГТД?

А) степень понижения давления в турбине;

Б) политропный КПД турбины;

**В) адиабатический КПД турбины.**

23. Вихретоковый контроль не применяется:

А) на поверхностях с ЛКП;

**Б) при поиске дефектов на глубине больше 5 мм;**

В) на неэлектропроводных поверхностях.

24. К какому виду эндоскопов относится Н-200?

А) гибкие;

**Б) жесткие;**

В) видеоэндоскопы.

25. Сцинтилляционный метод – это...

**А) Метод регистрации заряженных частиц с помощью счета вспышек света, возникающих при попадании этих частиц на экран из сернистого цинка ( $ZnS$ );**

Б) метод, использующий явление свечения газа исследуемого вещества в результате нагревания его до температуры свыше  $10000\text{С}$ ;

В) метод, основанный на измерении силы взаимодействия ферромагнитных частиц масла с искусственно созданным внешним магнитным полем.

26. Чем сложно определение износа деталей методом радиоактивных изотопов?

А) ничем;

Б) необходимостью специального оборудования;

**В) необходимостью биологической защиты персонала.**

27. Метод диагностирования с использованием тепла, выделяющегося в процессе функционирования ГТД называется:

А) активный тепловой метод;

**Б) пассивный тепловой метод;**

В) метод трибодиагностики.

28. Трибодиагностика – это...

**А) анализ состава масла;**

Б) анализ состава топлива;

В) измерение вибраций.

29. Виброакустический метод:

А). используется для выявления дефектов: микротрещин, коррозии и обрывов стальных проволок в канатах;

**Б). реализуется с помощью различных приборов для измерения вибрации;**

В). основан на регистрации высокочастотных сигналов в металлах и керамике при возникновении микротрещин;

Г). применяется для выявления дефектов в изоляции высоковольтного оборудования.

30. Одна из основных задач служб ТД и НК входит:

**А). оперативный контроль технического состояния (ТС) воздушных судов (ВС) и авиадвигателей (АД), выявление отказов и неисправностей на ранней стадии их развития методами и средствами ТД и НК;**

Б). оценка технического состояния узлов и деталей изделий АТ неразрушающими методами контроля;

В). проведение периодической технической учебы по утвержденной на предприятии программе;

Г). оперативная обработка результатов измерений и осмотров, формирование рекомендаций руководству предприятия.

31. Размерность импеданса.

А).  $H^* \text{ с/м}$ ;

Б).  $H^* \text{ м/с}$ ;

В).  $H^* \text{ кг/м}$ ;

Г).  $H^* \text{ м}^2/\text{с}$ .

32. Способы предоставления конечной информации:

А). электронно-лучевой (дефектоскоп Д-5);

**Б). все ответы верны;**

В). световой (дефектоскопы Д-5, ТВД, Проба-5;

Г).звуковой (дефектоскопы Д-5, ТВД, Проба-5).

33.Ультразвуковой диапазон:

А). 1 Гц до 20 тыс. Гц;

Б).0,6 – 50 МГц;

В).**20 - 200 тыс. Гц.**

34. Чем сложно определение износа деталей методом радиоактивных изотопов?

А). **Необходимостью биологической защиты персонала;**

Б).Необходимостью специального оборудования;

В).Ничем.

35. При гранулометрическом анализе оценивается:

А). **общая загрязненность масла;**

Б).износ отдельных агрегатов;

В).количество масла;

Г).параметры работы двигателя.

36. Измерение вибрации ГТД в полете и в наземных условиях осуществляется с использованием:

А). вибросмесителей;

Б).виброизмерителей;

В).Виброискателей;

Г).**Вибропреобразователей.**

37. Неразрушающий контроль основанный на анализе взаимодействия оптического излучения с объектом контроля, это:

А). оптический НК;

Б).вихретоковый НК;

В).визуальный НК;

Г).акустический НК.

38. Какой вариант из ниже перечисленного не является способом размещения оборудования?

А). Размещение оборудования по технологическому принципу

Б). Размещение производства по предметному принципу

В). Размещение оборудования по принципу обслуживания неподвижного объекта

Г).**Размещения оборудования по принципу обратной связи**

39). Какая из ниже перечисленных причин влияет на возникновение большинства неисправностей?

А). Недостаток масла в системе

Б). Посадка ЛА в турбулентных условиях

В). **Старение и износ**

Г). Вовремя не сделанное ТО

40 Что из перечисленного не является средством измерения?

А). Тахометр

Б). **Зенкер**

В). Эндоскоп

Г). Расходомер

41. Какие параметры измеряются в ГТД при диагностировании по изменению рабочих параметров?

А) степень повышения давления;

Б) расход воздуха;

В) **давление и температура.**

42. Основным элементом вибропреобразователя, это:

А). графитовый стрежень;

Б). **кварцевый кристалл;**

В). алмазная пыль;

Г). титановая игла.

43. Какая из нагрузок характеризуется быстрым изменением во времени её значения?

А). Статическая

Б). Термическая

В). **Динамическая**

Г). Переменная

44. Периодичность отбора проб масла устанавливается не реже, чем через:

А). **200 часов налета;**

Б). 400 часов налета;

В). 600 часов налета;

Г). 1000 часов налета.

### **Типовые расчетные задачи для проведения текущего контроля**

*Задача 1.* Система состоит из трех блоков, среднее время безотказной работы которых равно:  $m_{t1} = 160$  ч.;  $m_{t2} = 320$  ч.;  $m_{t3} = 600$  ч. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднее время безотказной работы системы.

*Задача 2.* Обнаружена поперечная трещина длиной 30 мм в нижней полке лонжерона оперения, ширина которого  $b=254$  мм. Лонжерон эксплуатируется при максимальном растягивающем напряжении  $s = 172$  МПа. Является ли эксплуатация безопасной, если при  $T=15$  °С, вязкость разрушения его материала  $K_C = 39$  МПа · м<sup>1/2</sup>?

*Задача 3.* Полоса с одной краевой трещиной подвергнута циклическому растяжению. Размах коэффициента интенсивности напряжения  $K=1,12$ . материал полосы – сталь А514 (предел текучести = 700 МПа, Вязкость разрушения = 5300 МПа · м<sup>1/2</sup>). Начальная длина трещины 7,6 мм, параметры цикла нагружения: Максимальное напряжение 320 МПа, Минимальное напряжение = 175 МПа,  $\Delta\sigma = 145$  МПа. Через какое число циклов нагружения трещина разовьётся до величины 70 мм?

### **Типовые ситуационные задачи для проведения текущего контроля**

1. Выберите способ определения скорости распространения трещины в металлическом элементе конструкции ВС. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

2. Требуется решить задачу поиска подповерхностного дефекта в стальной хромированной стойке шасси без удаления покрытия. Выберите способ диагностирования. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

3. Поставлена задача провести диагностику элемента конструкции ВС из углепластика большой площади в кратчайшее время без осуществления демонтажа. Выберите способ диагностирования. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

### **Примерные вопросы для проведения промежуточной аттестации**

- 1 Термины и определения методов и средств исследования.
- 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.* Выполнить расчет амплитуд установившихся колебаний ротора ГТД на упругодемпферных опорах при неуравновешенности, обусловленной обрывом лопатки ротора при следующих исходных данных:

Наружный диаметр вала ротора; м .....	$D = 0.08$
Внутренний диаметр вала ротора; м .....	$d = 0.04$
Рабочая частота вращения ротора; Гц .....	$f_p = 40$
Масса ротора; кг .....	$M = 400$
Масса корпуса ГТД; кг .....	$M_\delta = 2500$
Жесткость упругих опор ротора; Н/м .....	$C_1 = 2.8 \cdot 10^6$

	$C_2 = 2.8 \cdot 10^6$
Расстояние от опор до центра тяжести ротора; м .....	$a = 0,3$
	$b = 0,3$
Эксцентриситет ротора; м .....	$e_1 = 4 \cdot 10^{-5}$
	$e_2 = 4 \cdot 10^{-4}$
Безразмерный коэффициент затухания в опорах ротора; .....	$\beta = 2,6$
Безразмерный коэффициент затухания в подвеске двигателя; .....	$\beta_\delta = 2,0$
Суммарная жесткость упругой подвески двигателя; Н/м .....	$C_\delta = 1 \cdot 10^7$
Модуль Юнга для стали; Па .....	$E = 2 \cdot 10^{11}$

*Задача 2. Исходные данные:*

- нормальное распределение уровня вибрации исправного и дефектного двигателей;
- для исправного двигателя математическое ожидание уровня вибрации  $m_1$ , а среднеквадратическое отклонение -  $\sigma_1$ ;
- для неисправного двигателя математическое ожидание уровня вибрации  $m_2$ , а среднеквадратическое отклонение -  $\sigma_2$ ;
- максимально допустимое значение ошибки первого рода  $A$ .
- замеренное значение уровня вибрации  $V_n$ .

$$A = 0,045;$$

$$V_1 = m_1 = 15,2 \text{ Paд/с};$$

$$V_2 = m_2 = 29,5 \text{ Paд/с};$$

$$V_n = 21,0 \text{ Paд/с};$$

$$\sigma_1 = 2,8 \text{ Paд/с};$$

$$\sigma_2 = 6,4 \text{ Paд/с};$$

Требуется сформулировать заключение об исправности двигателя и определить вероятность ошибки второго рода используя критерий Неймана – Пирсона.

**Типовые ситуационные задачи для проведения промежуточной аттестации**

1. Опишите последовательность действий при визуально-оптическом контроле газоздушного тракта газотурбинного двигателя и обнаружении дефекта. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

2. Опишите последовательность действий при капиллярном контроле стяжных болтов дисков колёс шасси и обнаружении дефекта. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

3. Опишите последовательность действий при импедансном контроле сотовой конструкции крыла воздушного судна и обнаружении дефекта. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

4. Опишите последовательность действий при контроле элементов фюзеляжа воздушного судна из углепластика методом фазированных решеток и обнаружении дефекта. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания дисциплины 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 и экономики, 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. 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 расчетных и ситуационных задач, подготовку к контрольной работе; выполнение курсовой работы.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 6 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 направлению подготовки 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей.

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

Разработчик:

к.т.н., доцент



Иванов Д.А.

*(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.