



**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/

« 2 »

2025 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы и средства диагностирования авиационной техники

Специальность

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

Специализация

«Организация технического обслуживания и ремонта воздушных судов»

Квалификация выпускника
инженер

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2025

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы и средства диагностирования авиационной техники» являются:

формирование знаний, умений и навыков для успешной профессиональной деятельности в области организации технического обслуживания и ремонта ВС, 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 диагностирование, 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 техническому обслуживанию воздушных судов.

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

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

Данная дисциплина базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Методы и средства исследований авиационной техники», «Надежность авиационной техники», «Техническая диагностика», «Средства контроля технического состояния авиационной техники».

Дисциплина «Методы и средства диагностирования авиационной техники» является обеспечивающей для дисциплин: «Сертификация и лицензирование организаций по техническому обслуживанию и ремонту воздушных судов», «Конструкция и техническое обслуживание самолета (типа)», «Конструкция и техническое обслуживание вертолета (типа)», «Механизация и автоматизация процессов технического обслуживания воздушных судов».

Дисциплина изучается в 9 семестре.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Методы и средства диагностирования авиационной техники» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ПК-2	Способен организовывать и обеспечивать техническое обслуживание и ремонт воздушных судов и авиационных двигателей, оформлять техническую документацию по формам установленной отчетности, осуществлять контроль за качеством технического обслуживания и ремонта авиационной техники для поддержания и сохранения летной годности воздушных судов
ИД ¹ _{ПК2}	Использует методы и средства при осуществлении технического контроля за качеством технического обслуживания и ремонта воздушных судов и авиационных двигателей, согласно методикам, предусмотренным в соответствующих руководствах по техническому обслуживанию воздушных судов
ПК-6	Способен понимать сущность процессов, протекающих в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов для осуществления контроля и анализа их состояния, прогнозировать и организовывать выполнение комплекса работ по их восстановлению
ИД ² _{ПК6}	Анализирует процессы, протекающие в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов и авиационных двигателей, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей
ИД ³ _{ПК6}	Определяет комплекс работ по восстановлению состояния агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей
ПК-8	Способен организовывать и обеспечивать проведение измерений и инструментальный контроль, осуществлять диагностирование, прогнозирование технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей, владеть методами проведения испытаний авиационной техники.
ИД ¹ _{ПК8}	Организует проведение измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники
ИД ² _{ПК8}	Владеет методами и понимает важность проведения испытаний авиационной техники

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- методы и средства диагностирования авиационной техники при осуществлении технического контроля за качеством технического обслуживания и ремонта воздушных судов и авиационных двигателей, согласно методикам, предусмотренным в соответствующих руководствах по техническому обслуживанию воздушных судов;
- методы анализа процессов, протекающих в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов и авиационных двигателей, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей по диагностическим признакам;
- диагностические параметры, определяющие комплекс работ по восстановлению состояния агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей;
- 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.

Уметь:

- использовать методы и средства диагностирования авиационной техники при осуществлении технического контроля за качеством технического обслуживания и ремонта воздушных судов и авиационных двигателей, согласно методикам, предусмотренным в соответствующих руководствах по техническому обслуживанию воздушных судов;
- анализировать процессы, протекающие в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов и авиационных двигателей, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей с точки зрения диагностических признаков.
- определять комплекс работ по восстановлению состояния агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей по диагностическим параметрам.
- 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.

Владеть:

- методами и средствами диагностирования авиационной техники при осуществлении технического контроля за качеством технического обслуживания и ремонта воздушных судов и авиационных двигателей, согласно методикам,

предусмотренным в соответствующих руководствах по техническому обслуживанию воздушных судов.

- методами анализа процессов, протекающих в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов и авиационных двигателей, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей с точки зрения диагностических признаков.

- навыками определения комплекса работ по восстановлению состояния агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей с использованием диагностических параметров.

- 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.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		9
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Контактная работа	58,5	58,5
лекции	28	28
практические занятия	24	24
семинары	-	-
лабораторные работы	-	-
курсовой проект	4	4
Самостоятельная работа студента	88	88
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-2	ПК-6	ПК-8		
Тема 1. Введение. Термины и определения.	18	+		+	ВК, Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 2. Диагностирование по изменению рабочих параметров. Диагностирование по изменению физико-механических параметров.	16	+	+		Л, РКС, ПЗ, КУП, СРС	УО РЗ, СЗ
Тема 3. Вибродиагностика.	20		+	+	Л, РКС, ПЗ, СРС	УО РЗ, СЗ
Тема 4. Цифровые методы обработки диагностических сигналов, понятие о спектрах.	20	+	+		Л, РКС, ПЗ, СРС	УО КР РЗ, СЗ
Тема 5. Принципы построения методов неразрушающего контроля (НК) на основе использования волновых процессов. Классификация видов НК.	16		+	+	Л, РКС, ПЗ, СРС	УО РЗ, СЗ
Тема 6. Ультразвуковая дефектоскопия (УЗД). Вихретоковый метод НК.	18	+		+	Л, РКС, ПЗ, СРС	УО, РЗ, СЗ
Тема 7. Магнитные методы НК. Визуально-оптический и капиллярный методы НК	18	+		+	Л, РКС, ПЗ, СРС	УО РЗ, СЗ

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-2	ПК-6	ПК-8		
Тема 8. Характеристика систем регистрации параметров и алгоритмов обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи лаборатории диагностики на авиапредприятии.	18	+	+		Л, РКС, ПЗ, СРС	УО РЗ, СЗ, ЗК
Итого по дисциплине:	144					
Промежуточная аттестация	36					
Всего по дисциплине	180					

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

5.2. Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КП	Всего часов
• Тема 1. Введение. Термины и определения.	4	2	-	-	8	-	14
• Тема 2. Диагностирование по изменению рабочих параметров. Диагностирование по изменению физико-механических параметров.	4	4	-	-	12	2	22
• Тема 3. Вибродиагностика.	2	2	-	-	14		18
• Тема 4. Цифровые методы обработки диагностических сигналов, понятие о спектрах.	2	2	-	-	14	-	18
• Тема 5. Принципы построения методов неразрушающего контроля (НК) на основе использования	4	4	-	-	10	-	18

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КП	Всего часов
волновых процессов.							
• Классификация видов НК.							
Тема 6. Ультразвуковая дефектоскопия (УЗД). Вихретоковый метод НК.	4	2	-	-	8	-	14
Тема 7. Магнитные методы НК. Визуально-оптический и капиллярный методы НК	4	4	-	-	12	-	20
Тема 8. Характеристика систем регистрации параметров и алгоритмов обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи лаборатории диагностики на авиапредприятии.	4	4	-	-	10	2	20
Итого за семестр	28	24	-	-	88	4	144
Промежуточная аттестация							36
Всего по дисциплине							180

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

5.3 Содержание разделов дисциплины

Тема 1 Введение. Термины и определения

Общие положения. Знакомство с оборудованием и инструктаж по технике безопасности в лаборатории методов и средств диагностирования авиационной техники. Основные термины и определения дисциплины. Классификация методов и средств ТД и НК по характеру регистрируемых параметров, по характеру физических полей или излучений, взаимодействующих с контролируемым объектом.

Тема 2 Диагностирование по изменению рабочих параметров. Диагностирование по изменению физико-механических параметров.

Диагностирование по изменению рабочих параметров ГТД, регистрируемых в полете и в наземных условиях, методы обработки информации. Характерные неисправности, выявляемые в процессе диагностирования по изменению рабочих параметров ГТД. Диагностирование по изменению физико-механических параметров ГТД. Выкрашивание поверхностного слоя под

воздействием динамических нагрузок, метод контроля, основанный на принципах обнаружения, улавливания частиц износа и последующего анализа их массового и спектрального состава, характерные неисправности, выявляемые в процессе диагностирования по изменению физико-механических параметров ГТД.

Тема 3 Вибродиагностика. Вибрационный метод контроля состояния и работоспособности контролируемого объекта, характерные дефекты, выявляемые этим методом с использованием штатной аппаратуры измерения уровня вибрации двигателей. Диагностирование состояния ГТД по параметрам вибрации. Схема виброизмерительного тракта.

Тема 4 Цифровые методы обработки диагностических сигналов, понятие о спектрах

Представление диагностических сигналов в цифровом виде, анализ спектра сигнала. Дискретизация и квантование. Теорема Котельникова. Частота Найквиста.

Тема 5 Принципы построения методов неразрушающего контроля (НК) на основе использования волновых процессов. Классификация видов НК

Диагностическая информативность колебаний волн. Основные характеристики колебательных систем. Виды неразрушающего контроля. Функциональные и тестовые методы технического диагностирования.

Тема 6. Ультразвуковая дефектоскопия (УЗД). Вихретоковый метод НК

Схема работы эхо-дефектоскопа, типы пьезоэлектрических преобразователей, используемых при ультразвуковом контроле, и их конструкция, дефекты выявляемые эхо-методом в ультразвуковом диапазоне частот. Теневой метод УЗД, его преимущества и недостатки. Сущность электромагнитных (вихретоковых) видов НК. Формирования поля вихревых токов в объекте контроля. Вихретоковый дефектоскоп, дефекты, выявляемые вихретоковым контролем.

Тема 7. Магнитные методы НК. Визуально-оптический и капиллярный методы НК

Магнитный вид НК, последовательность операций при магнитном контроле, достоинства и недостатки магнитных видов НК. Особенности и средства визуально-оптического контроля АТ. Цветной капиллярный контроль. Особенности люминесцентно-цветного капиллярного контроля, характерные дефекты, обнаруженные капиллярным НК.

Тема 8. Характеристика систем регистрации параметров и алгоритмов обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи лаборатории диагностики на авиапредприятии

Средства регистрации и наземной обработки полётной информации, организационные основы системы сбора, обработки, анализа и использования полётной информации. Бортовые параметрические регистраторы, бортовые средства сбора звуковой информации, основные наземные системы обработки полётной информации, методы анализа результатов контроля. Методика принятия решения по результатам обработки. Функции лаборатории диагностики и ее структура, схема взаимодействия лаборатории диагностики с другими подразделениями авиапредприятия.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие № 1. Виды неразрушающего контроля.	2
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.	2
4	Практическое занятие № 4. Цифровые методы обработки диагностических сигналов.	2
5	Практическое занятие № 5. Принципы построения методов неразрушающего контроля (НК) на основе использования волновых процессов.	4
6	Практическое занятие № 6. Ультразвуковая дефектоскопия	2
7	Практическое занятие № 7. Магнитные методы НК. Визуально-оптический и капиллярный методы НК.	4
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.	4
Итого по дисциплине:		24

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. [1-19]. Термины и определения методов и средств диагностирования авиационной техники. Подготовка к устному опросу.	8
2	Изучение теоретического материала. [1-19]. Диагностирование по изменению рабочих параметров. Диагностирование по изменению физико-механических параметров. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Анализ задания по курсовому проекту.	12
3	Изучение теоретического материала. [1-19]. Вибродиагностика. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Выполнение 1 раздела курсового проекта.	14
4	Изучение теоретического материала. [1-19]. Цифровые методы обработки диагностических сигналов, понятие о спектрах. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Подготовка к контрольной работе. Выполнение 1 раздела курсового проекта.	14
5	Изучение теоретического материала. [1-19] Принципы построения методов неразрушающего контроля (НК) на основе использования волновых процессов. Классификация видов НК. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Выполнение 2 раздела курсового проекта.	10
6	Изучение теоретического материала. [1-19]. Ультразвуковая дефектоскопия (УЗД). Вихретоковый метод НК. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач.	8

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	Выполнение 2 раздела курсового проекта.	
7	Изучение теоретического материала. [1-19]. Магнитные методы НК. Визуально-оптический и капиллярный методы НК. Подготовка устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Оформление курсового проекта.	12
8	Изучение теоретического материала. [1-19]. Характеристика систем регистрации параметров и алгоритмов обработки полетной и наземной информации. Типовая структура и задачи лаборатории диагностики на авиапредприятии. Подготовка к устному опросу. Подготовка к решению расчётных и ситуационных задач. Подготовка к защите курсового проекта.	10
Итого по дисциплине:		88

5.7 Курсовой проект

В таблице приведена структура курсового проекта

Наименование этапа выполнения курсового проекта	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Выдача задания на курсовой проект.	2
Этап 2. Выполнение раздела «Расчет амплитуд колебаний ротора и корпуса газотурбинного двигателя, обусловленных неуравновешенностью диска турбины ротора при обрыве лопатки».	СРС
Этап 3. Выполнение раздела «Оценка технического состояния газотурбинного двигателя при помощи вибродиагностики».	
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. 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/Vибрационная%20диагностика-Киселев%20ЮВ.pdf свободный (дата обращения: 20.01.2021).
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. **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).

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 09.03.2023).

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 09.03.2023).

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 09.03.2023).

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 09.03.2023).

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 20.01.2021).

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 20.01.2021)

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

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

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		комплекс «Техническая эксплуатация самолета Sukhoi Superjet 100» Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»	K-Lite Mega Codec Pack (freeware) Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Mozilla Firefox (MPL/GPL/LGPL) Ultra-Defrag 7.0.2 (GNU GPL 2) Unchecky (freeware) DAEMON Tools Lite (freeware) Opera (freeware) WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation) Windows 7 (лицензия № 46231032 от 4 декабря 2009 года) Adobe Acrobat Reader XI (freeware) Adobe Flash Player (freeware) Kaspersky Endpoint Security 10 (лицензия № 0AFE-180731-132011-783-1390) K-Lite Mega Codec Pack (freeware) Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (лицензия № AF10 3S1V00 102 от 23 декабря 2010 года) WinRAR 3.9 (лицензия на Spb State University of Civil Aviation)
	МИС (Моторно-испытательная станция) Учебно-производственные мастерские	Авиадвигатель АИ-25 Вертолетный двигатель ТВ2-117 Редуктор для стенда 2 штуки; блок преобразователя; Металлоконструкция для стендов турбовального двигателя Выпрямитель электрического тока с параметрами 28 в, 600 а; или аэродромный выпрямитель АВ-2МБ Монитор 17" Acer AL 1716 As - 2 шт. Дрель ударная MAKITA 650вт Машина отрезная угловая MAKITA 2000вт Сварочный аппарат TELVIN-NORDICA 230В Станок сверлильный STERN 350 Вт Точило STERN 350 Вт Верстак столярный - 9 шт. Вибростенд ВЭДС-100 Вольтметр универсальный В-7-35 Изделие АИ-9 Измеритель вибрации ИВ-300 Комбинированный прибор ГЦ 4311 Макет учебный ТВ-2-117 (в разрезе) Многофункциональная информ управ система	

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		Модуль С 5-125 Преобразователь сварочный (2шт.) Преобразователь Ф 723/1 Преобразователь ЦАНТ 5-3/10 Преобразователь ЦАНТ-5-14/2 Преобразователь ЦВ-2-1 Сдвоенная измерительная аппаратура 2ИА-1А Станок токарный Стартер генератора СТУ-12Т установка д \ лабораторных работ № 1 установка для лабораторных работ № 2 Установка дозвуковое сопло Установка на базе двигателя АИ - 25 Установка на базе двигателя ТА-6 Тиски - 10 шт. Тиски слесарные - 10 шт. Штанген циркуль - 5 шт. Вертикальные жалюзи Л персик, к №367 кронштейн 7,5 размер 2,700*2,200 - 5 шт. Монитор LG ЛК-10055 - 2 шт. Монитор СТХ №02780 Системный компьютерный блок LG - 2 шт. Системный компьютерный блок 10476 Проектор BENQ - 2 шт. Принтер HPHEWLETTPACKARD 11311 Сканер Epson Доска - 3 шт. Экран Dinon - 2 шт. Стол для преподавателя - 2 шт. Парты со скамьей - 47 шт.	Windows XP (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		Стулья - 4 шт. Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный) Виртуальный учебный комплекс «Техническая эксплуатация самолета Sukhoi Superjet 100» Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»	

8 Образовательные и информационные технологии

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

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

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

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

Также в качестве элемента практической подготовки применяется разбор конкретной ситуации, практические занятия на виртуальных тренажерах, заключающиеся в постановке перед студентами расчётных и ситуационных задач с целью достижения планируемых результатов в части умения анализировать процессы, протекающие в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов и авиационных двигателей с точки зрения диагностических признаков, владения методами организации проведения измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования 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 курсового проекта.

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Методы и средства диагностирования авиационной техники» 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 9 семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, расчетные задачи, ситуационные задачи, вопросы для контрольной работы, а также тему курсового проекта и его 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 курсового проекта и его 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 курсового проекта носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков.

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

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 9 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 курсового проекта по дисциплине

Тема курсового проекта: «Расчет амплитуд колебаний ротора и корпуса газотурбинного двигателя, обусловленных неуравновешенностью диска турбины ротора при обрыве лопатки и оценка технического состояния газотурбинного двигателя».

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

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

Методы и средства исследований авиационной техники

- 1 Особенности, методы и средства проведения научных исследований в области технической эксплуатации воздушного транспорта.
- 2 Перспективные направления проведения научных исследований в области технического обслуживания и ремонта воздушных судов.
- 3 Совокупность обстоятельств подтверждающих достоверность полученных в научном исследовании результатов с учётом специфики авиационной техники.
- 4 Критерии и требования к практическим результатам исследования (эффективность, надёжность) при их внедрении на авиапредприятиях.

Надёжность авиационной техники

- 1 Показатели надёжности.
- 2 Способы повышения надёжности изделий авиационной техники
- 3 Влияние эксплуатационных факторов на свойства надёжности изделий авиационной техники

Техническая диагностика

- 1 Функциональные и диагностические параметры.
- 2 Диагностирование по изменению рабочих параметров.
- 3 Классификация видов неразрушающего контроля.
- 4 Повреждаемость конструкций и элементов изделий авиационной техники

Средства контроля технического состояния авиационной техники

- 1 Перечислите основные средства контроля технического состояния авиационной техники
- 2 Что такое трибодиагностика?
- 3 Инструментальный контроль технического состояния авиационной техники.
- 4 Средства визуально-оптического контроля технического состояния авиационной техники.

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

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ПК-2 ПК-6 ПК-8	ИД ¹ _{ПК2} ИД ³ _{ПК6} ИД ² _{ПК6} ИД ¹ _{ПК8} ИД ² _{ПК8}	Знает: – методы и средства диагностирования авиационной техники при осуществлении технического контроля за качеством технического обслуживания и ремонта воздушных судов и авиационных двигателей, согласно методикам, предусмотренным в соответствующих руководствах по техническому обслуживанию воздушных судов; – методы анализа процессов, протекающих в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов и авиационных двигателей, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей по диагностическим признакам; – диагностические параметры, определяющие комплекс работ по восстановлению состояния агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей; – 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. Умеет: – анализировать процессы, протекающие в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов и

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		авиационных двигателей, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей с точки зрения диагностических признаков; – организовывать проведение измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники.
II этап		
ПК-2 ПК-6 ПК-8	ИД¹_{ПК2} ИД³_{ПК6} ИД²_{ПК6} ИД¹_{ПК8} ИД²_{ПК8}	Умеет: – использовать методы и средства диагностирования авиационной техники при осуществлении технического контроля за качеством технического обслуживания и ремонта воздушных судов и авиационных двигателей, согласно методикам, предусмотренным в соответствующих руководствах по техническому обслуживанию воздушных судов; – определять комплекс работ по восстановлению состояния агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей по диагностическим параметрам. – применять методы проведения диагностических испытаний авиационной техники и определять порядок их применения в зависимости от степени важности. Владеет: – методами и средствами диагностирования авиационной техники при осуществлении технического контроля за качеством технического обслуживания и ремонта воздушных судов и авиационных двигателей, согласно методикам, предусмотренным в соответствующих руководствах по техническому обслуживанию воздушных судов. – методами анализа процессов,

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		протекающих в механизмах, агрегатах, системах и конструктивных элементах воздушных судов и авиационных двигателей, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей с точки зрения диагностических признаков. – навыками определения комплекса работ по восстановлению состояния агрегатов, систем и конструктивных элементов воздушных судов и авиационных двигателей с использованием диагностических параметров. – 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.

9.5.1 Описание шкал оценивания

Шкала оценивания курсового проекта приведена в таблице:

Шкала оценивания	Составляющие	Признаки
Отлично	Расчётная часть	Все расчёты выполнены правильно
	Графическая часть	Обучающийся показывает отличные навыки выполнения чертежей. Чертежи практически полностью соответствуют требованиям ГОСТ.
	Выводы	Выводы грамотно сформулированы и обоснованы.

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

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

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике, свободное и правильное

обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно выполняет практические задания, дает обоснованную оценку итогам суждений.

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

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными знаниями в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Практические задания выполнены 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 окончной 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 выше 10000С;

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. Основной элемент 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 $\sigma = 172$ МПа. Является ли эксплуатация безопасной, если при $T=15$ °С, вязкость разрушения его материала $K_{IC} = 39 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$?

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^{1/2}). 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 Основные понятия: «техническая диагностика», «система технического диагностирования», «исправные и неисправные объекты».
- 2 Задачи, решаемые методами ТД.
- 3 Виды возможного технического обслуживания.
- 4 Особенности изменения технического состояния.
- 5 Задачи, решаемые при построении системы технической диагностики.
- 6 Что подразумевается под идентификацией объектов диагностирования?
- 7 В чем отличие структурных от диагностических параметров и типы их связей.
- 8 Возможные способы отнесения объектов контроля к определенным классам состояния.
- 9 Сущность статистического метода проверки гипотез.
- 10 Чем отличаются ошибки первого и второго рода?
- 11 Какие условия применения критерия Неймана - Пирсона?
- 12 В чем заключается различие функциональных и тестовых методов диагностирования?
- 13 Какие методы диагностирования входят в состав функциональных методов?
- 14 Какие параметры объекта контроля являются диагностическими, а какие структурными?
- 15 Какова последовательность обработки регистрируемых параметров?
- 16 Характерные неисправности, выявляемые в процессе диагностирования по газодинамическим параметрам ГТД.
- 17 Какие характеристики исправного состояния двигателя принимаются за эталонные (базовые) при диагностировании по газодинамическим параметрам?
- 18 Какие неисправности механических узлов ГТД выявляются с помощью трибодиагностики?
- 19 Задачи, решаемые в процессе контроля содержания в масле частиц износа в полетных и в наземных условиях.
- 20 Принцип действия МФС-5 и БАРС-3 для контроля содержания частиц износа в маслах.
- 21 Основные неисправности ГТД, выявляемые параметрической диагностикой состояния маслосистемы.
- 22 Как связаны параметры колебательных и волновых процессов с изменением состояния механизмов и конструкций?
- 23 Преимущества использования волновых процессов для диагностических целей по сравнению с медленными процессами.
- 24 Отличие свободных и вынужденных колебаний.
- 25 Что такое период, частота и фаза колебаний?
- 26 Что такое механический импеданс и чем отличаются реактивное и активное сопротивления?
- 27 Характеристика входного и переходного механических сопротивлений.

28 Характеристика параметров колебаний. Преимущества и недостатки колебаний в виде виброперемещений, виброскорости и виброускорений. Что такое СКЗ виброскорости?

29 Отличие осциллограммы от спектрограммы.

Чем отличаются групповые и индивидуальные методы прогнозирования?

30 Отличие методов индивидуального прогнозирования от обычного контроля.

31 Классификация методов индивидуального прогнозирования.

32 Последовательность построения аппроксимирующей функции с учетом разброса случайных значений диагностического параметра.

33 Что называется упругой волной?

34 Какие виды волн существуют в твердых, жидких и газообразных средах?

35 Что такое длина волны?

36 Что такое собственные частоты, бегущие и стоячие волны?

37 Как происходит преобразование типов волн при прохождении через границу двух сред и чем отличаются первый и второй критические углы?

38 Какие дефекты выявляются с использованием эхо-метода в ультразвуковом диапазоне частот.

39 Упрощенная схема работы эхо-дефектоскопа.

40 Типы пьезоэлектрических преобразователей, используемых при ультразвуковом контроле, и их конструкция.

41 Какие волны возникают при падении ультразвуковой волны на границу раздела двух твердых тел?

42 Что такое критический угол падения луча наклонного преобразователя?

43 Чем отличается теневой метод от эхо-метода при использовании ультразвуковой дефектоскопии?

44 Типы волн, возникающие при излучении и приеме в процессе использования наклонного преобразователя. Условие формирования поперечных волн.

45 Акустический тракт в методах УЗД.

46 Преимущественно каким методом определяют координаты и размеры вертикальных трещин при ультразвуковом контроле?

47 Достоинства и недостатки УЗ методов контроля.

48 Импедансные методы контроля конструкций АТ.

49 Капиллярный цветной и люминесцентный виды НК.

50 Сущность электромагнитных (вихревых) видов НК.

51 Какие параметры характеризуют акустические свойства материалов контролируемых изделий?

52 Магнитный вид НК. Последовательность операций при магнитном контроле. Достоинства и недостатки магнитных видов НК.

53 Достоинства рентгенографического метода НК по отношению к другим видам НК.

54 Сущность метода течеискания?

55 Теневой метод УЗД. Его преимущества и недостатки.

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	$M_\partial = 2500$
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;	$\beta_\partial = 2,0$
Суммарная жесткость упругой подвески двигателя; Н/м	$C_\partial = 1 \cdot 10^7$
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 - σ_1 ;
- для неисправного двигателя математическое ожидание уровня вибрации m_2 , а среднеквадратическое отклонение - σ_2 ;
- максимально допустимое значение ошибки первого рода A .
- замеренное значение уровня вибрации $V_{\text{п}}$.

$$A = 0,045;$$

$$V_1 = m_1 = 15,2 \text{ } \frac{\text{Pa}\delta}{\text{с}};$$

$$V_2 = m_2 = 29,5 \text{ } \frac{\text{Pa}\delta}{\text{с}};$$

$$V_n = 21,0 \text{ Paд / c};$$

$$\sigma_1 = 2,8 \text{ Paд / c};$$

$$\sigma_2 = 6,4 \text{ Paд / c};$$

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 газозовдушного 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 «Методы и средства диагностирования авиационной техники» 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 расчётных и ситуационных задач, подготовку к контрольной работе; выполнение курсового проекта.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 9 семестре. К моменту экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен позволяют оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

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

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 24 «Авиационной техники и диагностики» «10» марта 2025 года, протокол № 3.

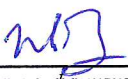
Разработчики:

старший преподаватель


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

Давыдов И.А.

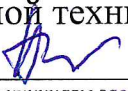
к.т.н., доцент


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

Иванов Д.А.

Заведующий кафедрой № 24 «Авиационной техники и диагностики»

к.т.н., доцент


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

Петрова Т.В.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент


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

Петрова Т.В.

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета «23» апреля 2025 года, протокол № 7.