



**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» марта 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Испытание авиационных двигателей**

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 «Испытание авиационных двигателей» является формирование знаний, умений и навыков для успешной профессиональной деятельности в области поддержания летной годности воздушных судов, в части организации обеспечения проведения измерений и инструментального контроля, осуществлении диагностирования, прогнозирования технического состояния авиационных двигателей, овладении навыками проведения испытаний.

Задачами освоения дисциплины являются формирование у обучающихся знаний, умений и навыков, позволяющих самостоятельно проводить измерения и инструментальный контроль, осуществлять диагностирование, прогнозирование технического состояния авиационных двигателей, владеть методами проведения испытаний.

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

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

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

Дисциплина «Испытание авиационных двигателей» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Техническое обслуживание самолета типа», «Техническое обслуживание вертолета типа.

Дисциплина «Испытание авиационных двигателей» является обеспечивающей для дисциплин: «Производственная практика (эксплуатационная практика)», «Производственная практика (преддипломная практика)».

Дисциплина изучается в 8 семестре.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Испытание авиационных двигателей» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции / индикатора	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
ПК-8	Способен организовывать и обеспечивать проведение измерений и инструментальный контроль, осуществлять диагностирование, прогнозирование технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей

Код компетенции / индикатора	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
ИД <sub>ПКВ</sub> <sup>1</sup>	Организует проведение измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники.
ИД <sub>ПКВ</sub> <sup>2</sup>	Владеет методами и понимает важность проведения диагностирования, прогнозирования технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей

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

Планируемые результаты изучения дисциплины:

**Знать:**

- Техническую документацию, позволяющую определять вид технического состояния авиационных двигателей;
- методы проведения испытаний авиационных двигателей.

**Уметь:**

- классифицировать техническую документацию, позволяющую определять вид технического состояния авиационных двигателей;
- определять важность проведения определенных типов испытаний.

**Владеть:**

- методами и приемами организации проведение измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационных двигателей;
- методами проведения испытаний авиационных двигателей.

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестры
		8
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа, всего	30,3	30,3
Лекции	10	10
практические занятия	20	20
Семинары	-	-
лабораторные работы	0	0
курсовые проекты (работы)	0	0
Самостоятельная работа студента	33	33
Промежуточная аттестация	0	0
контактная работа	0,3	0,3
самостоятельная работа по подготовке к зачету	8,7	8,7

#### 5 Содержание дисциплины

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

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-8		
Тема 1. Теоретические основы испытаний авиационных двигателей (АД) и их роль в процессе проектирования и создания АД	7	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ДО, К, РЗ, СЗ
Тема 2 Классификация испытаний АД и других сложных технических систем	7	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ДО, К, РЗ, СЗ

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-8		
Тема 3. Особенности измерения параметров АД в процессе испытаний. Основы теории и практики планирования экспериментов	8	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ДО, К, РЗ, СЗ
Тема 4. Испытательные станции, условия и установки для испытаний узлов и двигателей в целом	10	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ДО, К, РЗ, СЗ
Тема 5. Задачи доводки двигателя. Опытное определение характеристик АД	11	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ДО, К, РЗ, СЗ
Тема 6. Проверка ресурса АД. Испытания для определения воздействия двигателей на окружающую среду	11	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ДО, К, РЗ, СЗ
Тема 7. Летные испытания авиационной техники. Анализ точности результатов испытаний	9	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ДО, К, РЗ, СЗ
Всего по дисциплине	63			
Промежуточная аттестация	9			
Итого по дисциплине	72			

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС –

самостоятельная работа студента, УО – устный опрос, РЗ – расчетная задача, СЗ – ситуационная задача, Кон.р – контрольная работа, ДОК – доклад..

## 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Теоретические основы испытаний авиационных двигателей (АД) и их роль в процессе проектирования и создания АД	1	1	–	–	5	–	7
Тема 2 Классификация испытаний АД и других сложных технических систем	1	1	–	–	5	–	7
Тема 3. Особенности измерения параметров АД в процессе испытаний. Основы теории и практики планирования экспериментов	1	2	–	–	5	–	8
Тема 4. Испытательные станции, условия и установки для испытаний узлов и двигателей в целом	1	4	–	–	5	–	10
Тема 5. Задачи доводки двигателя. Опытное определение характеристик АД	2	4	–	–	5	–	11
Тема 6. Проверка ресурса АД. Испытания для определения воздействия двигателей на окружающую среду	2	4	–	–	5	–	11
Тема 7. Летные испытания авиационной техники. Анализ точности результатов испытаний	2	4	–	–	3	–	9
Всего по дисциплине	10	20	–	–	33	–	63
Промежуточная аттестация							9
Итого по дисциплине							72

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

## 5.3 Содержание дисциплины

## **Тема 1. Теоретические основы испытаний авиационных двигателей (далее - АД) и их роль в процессе проектирования и создания АД**

Теоретические основы испытаний авиационных двигателей. Задачи и организация экспериментальной отработки авиационных двигателей. Основные принципы построения систем испытаний и контроля авиационных двигателей. Экспериментальная доводка как элемент системы управления качеством. Роль испытаний в процессе создания авиационных двигателей.

## **Тема 2. Классификация испытаний АД и других сложных технических систем**

Испытания и контроль. Виды испытаний. Основные термины и определения. Классификация испытаний и контроля. Классификация авиационных двигателей, ресурсов и сроков службы.

## **Тема 3. Особенности измерения параметров АД в процессе испытаний. Основы теории и практики планирования экспериментов**

Измерительные системы и их характеристики. Измеряемые физические величины и способы их измерений. Погрешности измерений и их анализ. Обработка и анализ переменных детерминированных, случайных и смешанных процессов АД.

Оптимальное планирование экспериментов с авиационных двигателей. Методы планирования экспериментов и опыт их применения при испытаниях АД и основных элементов.

## **Тема 4. Испытательные станции, условия и установки для испытаний узлов и двигателей в целом**

Испытательные стенды авиационных двигателей различного типа. Особенности компоновки, цели и задачи стендов.

## **Тема 5. Задачи доводки двигателя. Опытное определение характеристик АД**

Доводка авиационных двигателей в процессе их сертификации содержит задачи оптимизации рабочих процессов, прочности, отработку конструкции до требуемого ресурса, получение характеристик и эксплуатационных свойств при упомянутом ресурсе, обеспечение целесообразного уровня надежности достаточного для начала эксплуатации (путем стендовых и летных испытаний).

## **Тема 6. Проверка ресурса АД. Испытания для определения воздействия АД на окружающую среду**

Методы экспериментальной оценки ресурса авиационных двигателей и ресурса основных узлов и деталей. Ресурсные и эквивалентные испытания. Расчетно-экспериментальные способы определения ресурса.

Выбросы загрязняющих веществ. Авиационный шум.

### **Тема 7. Летные испытания АД. Анализ точности результатов испытаний**

Летные испытания изделий авиационных двигателей. Особенности организации летных испытаний.

Обобщенная структурная схема формирования результатов испытаний. Оценка точности результатов испытаний.

### **5.4 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПЫТАНИЙ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ (АД) И ИХ РОЛЬ В ПРОЦЕССЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ АД	1
2	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ИСПЫТАНИЙ АД И ДРУГИХ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	1
3	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ АД В ПРОЦЕССЕ ИСПЫТАНИЙ. ОСНОВЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ	2
4	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ СТАНЦИИ, УСЛОВИЯ И УСТАНОВКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ УЗЛОВ И ДВИГАТЕЛЕЙ В ЦЕЛОМ	4
5	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5. ЗАДАЧИ ДОВОДКИ ДВИГАТЕЛЯ. ОПЫТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АД	4
6	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6. ПРОВЕРКА РЕСУРСА АД. ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	4
7	ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7. ЛЕТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ. АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ	4
Итого по дисциплине		20

### **5.5 Лабораторный практикум**



Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

## 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (ЧАСЫ)
1	Изучение теоретического материала. [1-22] Теоретические основы испытаний авиационных двигателей (АД) и их роль в процессе проектирования и создания АД. Подготовка к устному опросу и докладу. Подготовка к решению расчетных и ситуационных задач.	6
2	Изучение теоретического материала. [1-22] Классификация испытаний АД и других сложных технических систем. Подготовка к устному опросу и докладу. Подготовка к решению расчетных и ситуационных задач.	5
3	Изучение теоретического материала. [1-22] Особенности измерения параметров АД в процессе испытаний. Основы теории и практики планирования экспериментов. Подготовка к устному опросу и докладу. Подготовка к решению расчетных и ситуационных задач.	5
4	ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА. [1-22] ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ СТАНЦИИ, УСЛОВИЯ И УСТАНОВКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ УЗЛОВ И ДВИГАТЕЛЕЙ В ЦЕЛОМ. Подготовка к устному опросу и докладу. Подготовка к решению расчетных и ситуационных задач.	5
5	ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА. [1-22] Задачи доводки двигателя. ОПЫТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АД. Подготовка к устному опросу и докладу. Подготовка к решению расчетных и ситуационных задач.	5

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (ЧАСЫ)
6	ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА. [1-22] ПРОВЕРКА РЕСУРСА АД. ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ. ПОДГОТОВКА К УСТНОМУ ОПРОСУ И ДОКЛАДУ. ПОДГОТОВКА К РЕШЕНИЮ РАСЧЕТНЫХ И СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ.	5
7	ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА. [1-22] ЛЕТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ. АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ. ПОДГОТОВКА К УСТНОМУ ОПРОСУ И ДОКЛАДУ. ПОДГОТОВКА К РЕШЕНИЮ РАСЧЕТНЫХ И СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ.	5
Итого по дисциплине		33

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1 Загорский, В.А. **Испытания воздушных судов:** Учебное пособие/ В.А. Загорский, Д.Ю. Киселев, В.И. Санчугов. – Самара: Изд-во СГАУ, 2014. –75 с. ISBN 978-5-7883-0859-3. [Электронный ресурс] Режим доступа:

<http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-posobiya/Ispytaniya-vozdushnyh-sudov-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-po-programmam-vyssh-obrazovaniya-po-napravleniu-podgot-bakalavrov-162300-Tehn-ekspluataciya-letat-apparatov-i-aviac-dvigateli-55205/1/Загорский%20В.А.%20Испытания.pdf>, свободный (дата обращения: 20.01.2021).

2 Чекрыжев, Н.В. **Основы технического обслуживания воздушных судов:** учеб. пособие / Чекрыжев Н.В. – Самара: Изд-во СГАУ, 2015. – 84 с. ISBN 978-5-7883-1032-9 [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-posobiya/Osnovy-tehnicheskogo-obsluzhivaniya-vozdushnyh-sudov-Elektronnyi-resurs-ucheb-posobie-po-programmam-vyssh-prof-obrazovaniya-po-specialnosti-19070165-Org-perevozok-i-upr-na-transporte-54561/1/Чекрыжев%20Н.В.%20Основы.pdf> , свободный (дата обращения 20.01.2021).

3 Мрыкин, С.В. **Последствия отказов самолетных систем [Текст] учеб. пособие.** - Самарский государственный аэрокосмический университет, 2010. - 40с. ISBN нет, [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Posledstviya-funktionalnyh-otkazov-samoletnyh-sistem-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-54638>, свободный (дата обращения: 20.01.2021).

**4 Испытания как средство обеспечения надежности авиационных двигателей:** Учеб. пособ. для вузов. / Т. В. Петрова, Д. А. Иванов. - СПб. : ГУГА, 2021. - 114с. - ISBN 978-5-4334-0513-4. Количество экземпляров 58.

б) дополнительная литература:

**5 Испытания авиационных двигателей:** Метод. указ. по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы. 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» / Петрова Т.В., ред. - СПб. : ГУГА, 2021. - 24с. ISBN – отсутствует. Количество экземпляров 50.

**6 Трянов, А.Е. Особенности конструкции узлов и систем авиационных двигателей и энергетических установок [Текст]:** учебное пособие. – Самара: СГАУ, 2011. - 202 с. ISBN нет, [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Osobennosti-konstrukcii-uzlov-i-sistem-aviacionnyh-dvigatellei-i-energeticheskikh-ustanovok-Elektronnyi-resurs-ucheb-posobie-55179>, свободный (дата обращения: 20.01.2021).

**7 Григорьев, В.А. Испытания и обеспечение надежности авиационных ГТД /** учебное пособие. - Самара, 2011г., - 112с.; [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://tdla.ssau.ru/uop/ispit/conspect.pdf>, свободный (дата обращения: 20.01.2021).

**8 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).

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

**10 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).

**11 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).

**12 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).

**13 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).

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

15 **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).

16 **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).

17 **Vojnotehnickiglasnik / 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»:

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

19 **ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий**. Принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_177953/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_177953/), свободный (дата обращения 20.01.2021).

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

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

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

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

### 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
	<p>МИС (Моторно-испытательная станция) Учебно-производственные мастерские</p>	<p>комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»</p> <p>Авиадвигатель АИ-25 Вертолетный двигатель ТВ2-117 Редуктор для стенда 2 штуки; блок преобразователя; Металлоконструкция для стендов турбовального двигателя Выпрямитель электрического тока с параметрами 28 в, 600 а; или аэродромный выпрямитель АВ-2МБ Монитор 17" Acer AL 1716 A s - 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 Г Ц 4311 Макет учебный ТВ-2-117 (в разрезе) Многофункциональная информ управ система Модуль С 5-125 Преобразователь</p>	<p>MicrosoftOffice 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) MicrosoftOffice Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) ABBYY FineReader 10 CorporateEditional (лицензия № AF10 3S1V00 102 от 23 декабря 2010 года) 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
		<p>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 для 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.</p>	<p>(лицензия на Spb State University of Civil Aviation)  WindowsXP  (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года)</p>

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

## 8 Образовательные и информационные технологии

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, созданных в среде PowerPoint, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы, видеоматериалы.

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



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

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

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

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

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

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

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

Контрольные работы выполняются обучающимися на практических занятиях на основании задания, выдаваемого преподавателем по соответствующей теме дисциплины и представляет собой оценку полученных теоретических и практических знаний. Контроль выполнения контрольных работ, преследует собой цель своевременного выявления усвоенного материала по конкретной теме дисциплины, для последующей корректировки.

Доклады – это продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической или учебно-исследовательской темы. Обсуждение докладов обучающихся проходит в рамках практических занятий по темам дисциплины. Преподаватель, как правило, выступает в роли консультанта при обсуждении докладов, осуществляет контроль полученных обучающимися результатов. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к простому воспроизведению текста. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. При этом обучающийся может обращаться к своим записям, приводить выдержки из периодической печати, сайтов

интернета и т. д.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета во 8 семестре. Этот вид промежуточной аттестации позволяет оценить уровень освоения обучающимся компетенций за весь период изучения дисциплины. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля.

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

Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов не применяется.

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

#### **Шкалы оценивания**

Устный опрос 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.

Контрольная работа оценивается:

Оценка «отлично» выставляется, если обучающийся выполнил работу без ошибок и недочетов, продемонстрировал: глубокое и прочное усвоение программного материала; грамотно и логически правильно изложил ответ по указанной теме; привел необходимые примеры не только из учебных материалов, но и самостоятельно составленные.

Оценка «хорошо», если обучающийся выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки, усвоил программный материал; изложил полный, грамотный ответ по указанной теме; привел необходимые примеры; изложил материал последовательно и правильно.

Оценка «удовлетворительно», если обучающийся правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, усвоил программный материал; но его ответ не полный, приводит примеры; изложил материал непоследовательно.

Оценка «неудовлетворительно», если обучающийся допустил большое число ошибок и недочетов, или, если правильно выполнил менее половины работы, не привел примеров, допустил ошибки в формулировке основных понятий, беспорядочно и непоследовательно изложил материал.

Доклад, критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению. Новизна текста:

- а) актуальность темы исследования;
- б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы;
- в) умение работать с исследованиями, систематизировать и структурировать материал;
- г) заявленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений.

Степень раскрытия сущности вопроса:

- а) соответствие плана теме доклада;
- б) соответствие содержания теме и плану доклада;
- в) полнота и глубина знаний по теме;
- г) обоснованность способов и методов работы с материалом;
- е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

Обоснованность выбора источников:

- а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению:

- а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы;
- б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией;
- в) соблюдение требований к объёму доклада.

Оценка «отлично» ставится, если выполнены все требования к написанию доклада: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий

анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» – основные требования к докладу выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала. Доклад логически последователен в суждениях; не выдержан объём доклада; имеются незначительные упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны ответы.

Оценка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к докладу. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании доклада или при ответе на дополнительные вопросы; вывод неполный.

Оценка «неудовлетворительно» – тема доклада не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы, доклад не представлен.

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

### **9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине**

Написание курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

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

«Техническое обслуживание самолета типа»:

- 1 Общая характеристика воздушных судов гражданской авиации
- 2 Особенности предполётного осмотра.
- 3 Особенности лётной эксплуатации.
- 4 Гидросистемы ВС.

### **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
<b>I этап</b>		
ПК-8	ИД <sup>1</sup> <sub>ПК8</sub> ИД <sup>2</sup> <sub>ПК8</sub>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– техническую документацию, позволяющую определять вид технического состояния авиационных двигателей;</li> <li>– методы проведения испытаний авиационных двигателей.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классифицировать техническую документацию, позволяющую определять вид технического состояния авиационных двигателей.</li> </ul>
<b>II этап</b>		
ПК-8	ИД <sup>1</sup> <sub>ПК8</sub> ИД <sup>2</sup> <sub>ПК8</sub>	<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять важность проведения определенных типов испытаний.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами и приемами организации проведение измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационных двигателей;</li> <li>– методами проведения испытаний авиационных двигателей.</li> </ul>

### 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**

- 1 Теоретические основы испытаний (АД).
- 2 Задачи и организация экспериментальной отработки АД.
- 3 Основные принципы построения систем испытаний и контроля АД. Экспериментальная доводка как элемент системы управления качеством. Роль испытаний в процессе создания АД.
- 4 Испытания и контроль.
- 5 Виды испытаний. Основные термины и определения.
- 6 Классификация испытаний и контроля.
- 7 Классификация АД, ресурсов и сроков службы.
- 8 Измерительные системы и их характеристики.
- 9 Измеряемые физические величины и способы их измерений. Погрешности измерений и их анализ.
- 10 Обработка и анализ переменных детерминированных, случайных и смешанных процессов АД.
- 11 Оптимальное планирование экспериментов с АД.
- 12 Методы планирования экспериментов и опыт их применения при испытаниях АД и основных элементов
- 13 Испытательные стенды АД различного типа.
- 14 Особенности компоновки, цели и задачи стендов.
- 15 Задачи доводки двигателя.
- 16 Опытное определение характеристик АД.
- 17..... Методы экспериментальной оценки ресурса АД и ресурса основных узлов и деталей.
- 18..... Ресурсные и эквивалентные испытания.
- 19..... Расчетно-экспериментальные способы определения ресурса.
- 20 Выбросы загрязняющих веществ.
- 21 Авиационный шум.
- 22 Летные испытания изделий авиационных двигателей.
- 23 Особенности организации летных испытаний.

- 24 Обобщенная структурная схема формирования результатов испытаний.
- 25 Оценка точности результатов испытаний.
- 26 Системный подход к планированию объемов испытаний систем. Использование априорной информации для сокращения объема испытаний. Метод параметрической функции.
- 27 Метод коррелирования процессов.
- 28 Обработка и анализ переменных детерминированных, случайных и смешанных процессов АД с применением методов теории вероятностей и математической статистики.
- 29 Выбор комбинированного метода оценивания и рекомендации по его использованию.
- 30 Планирование объема испытаний при использовании байесовского метода.
- 31 Анализ значимости одномерных стационарных детерминированных параметров единичных образцов АД.
- 32 Сравнительные характеристики и рекомендации по использованию различных методов получения результатов испытаний.
- 33 Многомерные задачи оценивания.
- 34 Методы оценок нестационарных параметров.
- 35 Оценивание случайных параметров.
- 36 Принятие решений по результатам определительных испытаний. Организация контроля серийной продукции.
- 37 Учет объема партии продукции при статистическом контроле качества. Статистический контроль качества.

### **Примерный перечень темдокладов**

- 1 Теоретические основы испытаний (АД).
- 2 Задачи и организация экспериментальной отработки АД.
- 3 Основные принципы построения систем испытаний и контроля АД
- 4 Измерительные системы и их характеристики.
- 5 Измеряемые физические величины и способы их измерений.  
Погрешности измерений и их анализ.
- 6 Задачи доводки двигателя.
- 7 Опытное определение характеристик АД.
- 8 Обработка и анализ переменных детерминированных, случайных и смешанных процессов АД с применением методов теории вероятностей и математической статистики.
- 9 Выбор комбинированного метода оценивания и рекомендации по его использованию.
- 10 Многомерные задачи оценивания.
- 11 Методы оценок нестационарных параметров.
- 12 Оценивание случайных параметров.

- 13 Принятие решений по результатам определительных испытаний.  
Организация контроля серийной продукции.

### **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 передней опоре двигателя, ширина которого  $b=254$  мм. Передняя опора двигателя эксплуатируется при максимальном растягивающем напряжении  $s = 172$  МПа. Является ли эксплуатация безопасной, если при  $T=15$  °С, вязкость разрушения его материала  $K_{IC} = 39$  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 дефекта на лопатке ротора компрессора низкого давления. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.
2. Определить место на компрессоре высокого давления для проведения бороскопического осмотра на двигателе SAM-146. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.
3. Поставлена задача провести диагностику элемента двигателя SAM-146, конструкции из никелевого сплава. Выберите способ диагностирования. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

### **Контрольная работа по теме 9. Формирование результатов испытаний**

Сравнительные характеристики и рекомендации по использованию различных методов получения результатов испытаний (на конкретном примере).

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

- 1 Теоретические основы испытаний (АД).
  - 2 Задачи и организация экспериментальной отработки АД.



- 3 Основные принципы построения систем испытаний и контроля АД. Экспериментальная доводка как элемент системы управления качеством. Роль испытаний в процессе создания АД.
- 4 Испытания и контроль.
- 5 Виды испытаний. Основные термины и определения.
- 6 Классификация испытаний и контроля.
- 7 Классификация АД, ресурсов и сроков службы.
- 8 Измерительные системы и их характеристики.
- 9 Измеряемые физические величины и способы их измерений. Погрешности измерений и их анализ.
- 10 Обработка и анализ переменных детерминированных, случайных и смешанных процессов АД.
- 11 Оптимальное планирование экспериментов с АД.
- 12 Методы планирования экспериментов и опыт их применения при испытаниях АД и основных элементов.
- 13 Испытательные стенды АД различного типа.
- 14 Особенности компоновки, цели и задачи стендов.
- 15 Задачи доводки двигателя.
- 16 Опытное определение характеристик АД.
- 17 ..... Методы экспериментальной оценки ресурса АД и ресурса основных узлов и деталей.
- 18 ..... Ресурсные и эквивалентные испытания.
- 19 ..... Расчетно-экспериментальные способы определения ресурса.
- 20 Выбросы загрязняющих веществ.
- 21 Авиационный шум.
- 22 Летные испытания изделий авиационных двигателей.
- 23 Особенности организации летных испытаний.
- 24 Обобщенная структурная схема формирования результатов испытаний. Оценка точности результатов испытаний.
- 25 Системный подход к планированию объемов испытаний систем. Использование априорной информации для сокращения объема испытаний. Метод параметрической функции.
- 26 Метод коррелирования процессов.
- 27 Обработка и анализ переменных детерминированных, случайных и смешанных процессов АД с применением методов теории вероятностей и математической статистики.
- 28 Выбор комбинированного метода оценивания и рекомендации по его использованию.
- 29 Планирование объема испытаний при использовании байесовского метода.
- 30 Анализ значимости одномерных стационарных детерминированных параметров единичных образцов АД.

- 31 Сравнительные характеристики и рекомендации по использованию различных методов получения результатов испытаний.
- 32 Многомерные задачи оценивания.
- 33 Методы оценок нестационарных параметров.
- 34 Оценивание случайных параметров.
- 35 Принятие решений по результатам определительных испытаний. Организация контроля серийной продукции.
- 36 Учет объема партии продукции при статистическом контроле качества. Статистический контроль качества.

**Типовые расчетные задачи для проведения промежуточной аттестации**

*Задача 1.* Выполнить расчет амплитуд установившихся колебаний ротора ГТД на упругодемпферных опорах при неуравновешенности, обусловленной колебанием 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  $V_n$ .



$$V_1 = m_1 = 15,2 \text{ Pa}\delta/\text{c};$$

$$V_2 = m_2 = 29,5 \text{ Pa}\delta/\text{c};$$

$$V_n = 21,0 \text{ Pa}\delta/\text{c};$$

$$\sigma_1 = 2,8 \text{ Pa}\delta/\text{c};$$

$$\sigma_2 = 6,4 \text{ Pa}\delta/\text{c};$$

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 газоздушного тракта газотурбинного двигателя и обнаружении дефекта. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

2. Опишите последовательность действий при визуальном осмотре лопаток вентилятора на двигателе SAM-146 и обнаружении дефекта. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

3. Опишите последовательность действий при контроле элементов турбины высокого давления при бороскопическом осмотре. Обоснуйте свой ответ и оцените последствия принятого решения.

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

Изучение дисциплины «Испытание авиационных двигателей» обучающимися организуется в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы. Продолжительность изучения дисциплины – 8 семестр. Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачета.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия (п. 5.2, 5.3, 5.4). В ходе лекции преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия, а также соответствующие теоретические и практические проблемы, дает задания и рекомендации для практических занятий, а также указания по выполнению обучающимся

самостоятельной работы.

Задачами лекций являются:

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

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

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

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

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

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

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

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

Завершающим этапом самостоятельной работы является подготовка к сдаче зачета. Примерные теоретические вопросы и практические задачи, выносимые на зачет по дисциплине «Испытание авиационных двигателей» приведен.

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

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


Разработчик:



Давыдов И.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» 11 203 года, протокол № 3.