



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

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

**УТВЕРЖДАЮ**



Ректор

/ Ю.Ю. Михальчевский

« 30 »

05

2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Испытания авиационных газотурбинных двигателей**

Специальность

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

Специализация

**«Организация технического обслуживания и ремонта воздушных судов»**

Квалификация выпускника  
**инженер**

Форма обучения  
**заочная**

Санкт-Петербург  
2023

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Испытания авиационных газотурбинных двигателей» являются:

формирование знаний, умений и навыков для успешной профессиональной деятельности в области организации технического обслуживания и ремонта ВС, в части организации обеспечения проведения измерений и инструментального контроля, осуществлении диагностирования, прогнозирования технического состояния авиационных газотурбинных 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 газотурбинных двигателей, владеть методами проведения испытаний.

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

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

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

Данная дисциплина базируется на компетенциях, сформированных у студента при освоении следующих дисциплин: «Конструкция воздушных судов и авиационных двигателей», «Метрология».

Дисциплина «Испытания авиационных газотурбинных двигателей» является обеспечивающей для дисциплин: «Эксплуатационная надежность и режимы технической эксплуатации воздушных судов», «Техническая диагностика» и формирует соответствующие знания, умения и компетенции, необходимые для изучения этих дисциплин.

Дисциплина изучается в 6 семестре.

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

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

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ПК-8	<b>Способен организовывать и обеспечивать проведение измерений и инструментальный контроль, осуществлять</b>

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
	<b>диагностирование, прогнозирование технического состояния воздушных судов и авиационных двигателей, владеть методами проведения испытаний авиационной техники.</b>
ИД <sup>1</sup> <sub>ПК8</sub>	Организует проведение измерений и инструментального контроля при осуществлении диагностирования и определения технического состояния авиационной техники.
ИД <sup>2</sup> <sub>ПК8</sub>	Владеет методами и понимает важность проведения испытаний авиационной техники.

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

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

Уметь:

- классифицировать техническую документацию, позволяющую определять вид технического состояния авиационных газотурбинных 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 газотурбинных двигателей;
- методами проведения испытаний авиационных газотурбинных двигателей.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Наименование	Всего часов	Семестры
		6
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа:	8,5	8,5
лекции	2	2
практические занятия	4	4

Наименование	Всего часов	Семестры
семинары	-	-
лабораторные работы	-	-
курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студента	129	129
Промежуточная аттестация	9	9
контактная работа	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену	6,5	6,5

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы, разделы 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	14,6	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	УО
Тема 2 Классификация испытаний АД и других сложных технических систем	14,6	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, ДОК, РЗ, СЗ
Тема 3. Особенности измерения параметров АД в процессе испытаний. Основы теории и практики планирования экспериментов	14,6	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, ДОК, РЗ, СЗ
Тема 4. Испытательные станции, условия и установки для испытаний узлов и двигателей в целом	14,6	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, ДОК, РЗ, СЗ
Тема 5. Задачи доводки двигателя. Опытное определение характеристик АД	14,6	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, ДОК, РЗ, СЗ
Тема 6. Проверка ресурса АД. Испытания для определения воздействия двигателей на окружающую среду	14,6	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, ДОК, РЗ, СЗ
Тема 7. Летные испытания	14,6	+	Л, ПЗ,	УО,

Темы, разделы дисциплины	КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ	КОМПЕТЕНЦИИ	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК-8		
авиационной техники. Анализ точности результатов испытаний			СРС, РКС	ДОК, РЗ, СЗ
Тема 8. Методы оценок и повышения точности результатов испытаний	14,6	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, ДОК, РЗ, СЗ
Тема 9. Формирование результатов испытаний	18,2	+	Л, ПЗ, СРС, РКС	УО, ДОК, РЗ, Кон.р, СЗ
Итого по дисциплине	135			
Промежуточная аттестация	9			
Всего по дисциплине	144			

Сокращения: Л– лекция, ПЗ – практическое занятие, ВК – входной контроль, СРС – самостоятельная работа студента, РКС – разбор конкретной ситуации, 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 (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Теоретические основы испытаний авиационных двигателей (АД) и их роль в процессе проектирования и создания АД	0,2	0,4	-	14	-	14,6
Тема 2 Классификация испытаний АД и других сложных технических систем	0,2	0,4	-	14	-	14,6
Тема 3. Особенности измерения параметров АД в процессе испытаний. Основы теории и практики планирования экспериментов	0,2	0,4	-	14	-	14,6
Тема 4. Испытательные станции, условия и установки для испытаний узлов и двигателей в	0,2	0,4	-	14	-	14,6

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	КР	Всего часов
целом						
Тема 5. Задачи доводки двигателя. Опытное определение характеристик АД	0,2	0,4	-	14	-	14,6
Тема 6. Проверка ресурса АД. Испытания для определения воздействия двигателей на окружающую среду	0,2	0,4	-	14	-	14,6
Тема 7. Летные испытания авиационной техники. Анализ точности результатов испытаний	0,2	0,4	-	14	-	14,6
Тема 8. Методы оценок и повышения точности результатов испытаний	0,2	0,4	-	14	-	14,6
Тема 9. Формирование результатов испытаний	0,4	0,8	-	17	-	18,2
Всего за семестр						108
Промежуточная аттестация						36
Всего по дисциплине						144

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

### 5.3 Содержание разделов 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.

### **Тема 8. Методы оценок и повышения точности результатов испытаний**

Системный подход к планированию объемов испытаний систем. Использование априорной информации для сокращения объема испытаний. Метод параметрической функции. Метод коррелирования процессов. Обработка и анализ переменных детерминированных, случайных и смешанных процессов авиационных двигателей с применением методов теории вероятностей и математической статистики. Выбор комбинированного метода оценивания и рекомендации по его использованию. Планирование объема испытаний при использовании байесовского метода.

## Тема 9. Формирование результатов испытаний

Анализ значимости одномерных стационарных детерминированных параметров единичных образцов авиационных двигателей. Сравнительные характеристики и рекомендации по использованию различных методов получения результатов испытаний. Многомерные задачи оценивания. Методы оценок нестационарных параметров. Оценивание случайных параметров. Принятие решений по результатам определительных испытаний. Организация контроля серийной продукции. Учет объема партии продукции при статистическом контроле качества. Статистический контроль качества. Методы выборочного контроля.

### 5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо - емкость (часы)
1	Практическое занятие №1. Теоретические основы испытаний авиационных двигателей (АД) и их роль в процессе проектирования и создания АД	0,4
2	Практическое занятие № 2. Классификация испытаний АД и других сложных технических систем	0,4
3	Практическое занятие № 3. Особенности измерения параметров АД в процессе испытаний. Основы теории и практики планирования экспериментов	0,4
4	Практическое занятие № 4. Испытательные станции, условия и установки для испытаний узлов и двигателей в целом	0,4
5	Практическое занятие № 5. Задачи доводки двигателя. Опытное определение характеристик АД	0,4
6	Практическое занятие № 6. Проверка ресурса АД.	0,4



Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо - емкость (часы)
	Испытания для определения воздействия двигателей на окружающую среду	
7	Практическое занятие № 7. Летные испытания авиационной техники. Анализ точности результатов испытаний	0,4
8	Практическое занятие № 8. Методы оценок и повышения точности результатов испытаний	0,4
9	Практическое занятие № 9. Формирование результатов испытаний	0,8
Итого по дисциплине		4

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо - емкость (часы)
1	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.	14
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.	14
3	Изучение теоретического материала. [1-22] Особенности измерения параметров АД в процессе испытаний. Основы теории и практики	14

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо - емкость (часы)
	<p>планирования экспериментов.  Подготовка к устному опросу и докладу.  Подготовка к решению расчетных и ситуационных задач.</p>	
4	<p>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.</p>	14
5	<p>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.</p>	14
6	<p>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.</p>	14
7	<p>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.</p>	14
8	<p>Изучение теоретического материала. [1-22]  Методы оценок и повышения точности результатов испытаний.  Подготовка к устному опросу и докладу.  Подготовка к решению расчетных и ситуационных задач.</p>	14
9	<p>Изучение теоретического материала. [1-22]  Формирование результатов испытаний.  Подготовка к устному опросу и докладу.  Подготовка к решению расчетных и ситуационных задач, контрольной работе.</p>	17

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо - емкость (часы)
Итого по дисциплине		129

## 5.7 Курсовая работа

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

## 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-dvigatelei-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-urg-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-funkcionalnyh-otkazov-samoletnyh-sistem-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-54638>, свободный (дата обращения: 20.01.2021).

4 **Испытания как средство обеспечения надежности авиационных газотурбинных 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 газотурбинных 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-dvigatelei-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 Илмъои 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 **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»:

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 авиационных газотурбинных двигателей	Аудитория 360	Комплект учебной мебели - 30 шт. Экран ProjectaProStar 183*240см MatteWhiteS на штативе 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 комплекс «Техническая эксплуатация самолета Sukhoi Superjet 100» Виртуальный учебный комплекс «тренажер проведения оперативных форм ТО с вертолетом Ми-8МТВ»	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) Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 (лицензия № 43471843 от 07 февраля 2008 года) Mozilla Firefox (MPL/GPL/LGPL)
	МИС (Моторно-испытательная станция)	Авиадвигатель АИ-25 Вертолетный двигатель ТВ2-117 Редуктор для стенда 2	Ultra-Defrag 7.0.2 (GNU GPL 2) Unchecky (freeware) DAEMON Tools Lite

Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
	Учебно-производственные мастерские	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 Г Ц 4311 Макет учебный ТВ-2-117 (в разрезе) Многофункциональная информ управ система Модуль С 5-125 Преобразователь сварочный (2шт.) Преобразователь Ф 723/1 Преобразователь ЦАНТ 5-3/10 Преобразователь ЦАНТ-5-14/2 Преобразователь ЦВ-2-1 Сдвоенная	(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) 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
		<p>измерительная аппаратура 2ИА-1А  Станок токарный  Стартер генератора СТУ-12Т  установка д \ лабораторных работ № 1  установка для лабораторных работ № 2  Установка дозвуковое сопло  Установка на базе двигателя АИ - 25  Установка на базе двигателя ТА-6  Тиски - 10 шт.  Тиски слесарные - 10 шт.  Штанген циркуль - 5 шт.  Вертикальные жалюзи Л персик, к №367  кронштейн 7,5 размер 2,700*2,200 - 5 шт.  Монитор LG ЛК-10055 - 2 шт.  Монитор СТХ №02780  Системный компьютерный блок LG - 2 шт.  Системный компьютерный блок 10476  Проектор BENQ - 2 шт.  Принтер HPHEWLETPACKARD 11311  Сканер Epson  Доска - 3 шт.  Экран Dinon - 2 шт.  Стол для преподавателя - 2 шт.  Парты со скамьей - 47 шт.  Стулья - 4 шт.  Ноутбук HP 15-rb070ru 15.6 AMD (черный)  Ноутбук HP 15-rb070ru</p>	



Наименование дисциплины	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
		15.6 АМД (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, самостоятельная работа.

Входной контроль проводится преподавателем с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется в форме устного опроса по вопросам следующих дисциплин: «Конструкция воздушных судов и авиационных двигателей», «Метрология».

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

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы и практические примеры. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих тем, а также приобрести практические навыки. Проводимые в рамках практического занятия устные опросы, доклады и контрольная работа, ситуационные и расчетные задачи имеют профессиональную направленность.

Практические занятия 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, используемый на практических занятиях и заключающийся в постановке перед студентами расчётных и ситуационных задач с целью достижения планируемых результатов.

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 и докладу, подготовка к контрольной работе, решению ситуационных и расчетных задач.

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Испытания авиационных газотурбинных двигателей» предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний студентов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме экзамена в 6 семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает вопросы для устных опросов, перечень расчетных и ситуационных задач, темы докладов, вопросы для контрольной работы.

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

Контрольная работа выполняется обучающимися на практическом занятии на основании задания, 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.

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.

Расчетные задачи, ситуационные задачи, контрольная работа, темы докладов носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 6 семестре. К моменту сдачи экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

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

Не применяется.

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

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

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

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

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

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

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

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 экзамена студент должен получить «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» за участие в устных опросах и представленных докладах, «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 курсовой работы по дисциплине**

Написание курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

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

«Конструкция воздушных судов и авиационных двигателей»:

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

«Метрология»:

- 1 Теоретические основы метрологии и метрологического обеспечения.

- 2 Виды и методы измерений.
- 3 Погрешность измерений.
- 4 Средства измерений.

### 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-8	ИД <sup>1</sup> <sub>ПК 8</sub> ИД <sup>2</sup> <sub>ПК8</sub>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– техническую документацию, позволяющую определять вид технического состояния авиационных газотурбинных двигателей;</li> <li>– методы проведения испытаний авиационных газотурбинных двигателей.</li> </ul> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– классифицировать техническую документацию, позволяющую определять вид технического состояния авиационных газотурбинных двигателей.</li> </ul>
II этап		
ПК-8	ИД <sup>1</sup> <sub>ПК 8</sub> ИД <sup>2</sup> <sub>ПК8</sub>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять важность проведения определенных типов испытаний.</li> </ul> <p>Владеет:</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 газотурбинных двигателей;</li> <li>– методами проведения испытаний авиационных газотурбинных 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 выполнено не полностью, или содержатся незначительные ошибки в суждении.

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

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

### Примерный перечень вопросов устного опроса

- 1 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 тем докладов**

- 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  $K_C = 39$  МПа · м<sup>1/2</sup>?

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

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

1. Выберите способ определения 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 .....	$M_o = 2500$
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; .....	$\beta_o = 2,0$
Суммарная жесткость упругой подвески двигателя; Н/м .....	$C_o = 1 \cdot 10^7$
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  $V_n$ .



$$V_1 = m_1 = 15,2 \text{ Paд/c};$$

$$V_2 = m_2 = 29,5 \text{ Paд/c};$$

$$V_n = 21,0 \text{ Paд/c};$$

$$\sigma_1 = 2,8 \text{ Paд}/\text{с};$$

$$\sigma_2 = 6,4 \text{ Paд}/\text{с};$$

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

### **Типовые ситуационные задачи для проведения промежуточной аттестации**

1. Опишите последовательность действий при визуально-оптическом контроле газозовдушного 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**

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

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах. Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития. Именно на лекции формируется научное мировоззрение обучающегося, закладываются теоретические основы фундаментальных знаний будущего управленца, стимулируется его активная познавательная деятельность.

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

Практические занятия проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков. 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 и обсуждения докладов.

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

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий: самостоятельный поиск, анализ информации и проработка учебного материала; подготовку к устному опросу; решению расчетных и ситуационных задач, подготовку к контрольной работе и докладам.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 6 семестре. К моменту экзамена должны быть успешно

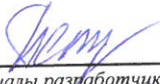
пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен позволяют оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

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

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 24 «Авиационной техники и диагностики» « 12 » апреля 2023 года, протокол № 8.

Разработчик:

к.т.н., доцент

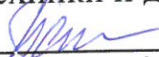
  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Петрова Т.В.

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

Заведующий кафедрой № 24 «Авиационной техники и диагностики»

к.т.н., доцент

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

Петрова Т.В.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП  
к.т.н., доцент

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

Петрова Т.В.

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета « 23 » мая 2023 года, протокол № 8.