

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

Бамбаева Н.Я.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

*Редакция для студентов*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

***М.2.М3.6– Оптико-визуальные методы и средства  
контроля авиационных двигателей***

*(шифр и название дисциплины)*

Направление подготовки

*162300 – Техническая эксплуатация  
летательных аппаратов и двигателей*

Квалификация (степень)

*магистр*

Факультет

*Механический*

Кафедра

*ДЛА*

Курс обучения

*I*

Форма подготовки

*очная*

Общий объем учебных часов на дисциплину

*108 час. 3 з.е.*

Семестр

*2 сем.*

Объем аудиторной нагрузки

*54 час.*

Лекции

*18 час.*

Практические занятия

*30 час.*

Лабораторные работы

*6 час.*

Курсовой проект

*-*

Зачет

*-*

Экзамен

*2 сем.*

Объем самостоятельной работы студента

*54 час.*

Москва – 2013 г.

Рабочая программа составлена в соответствии требованиями ФГОС ВПО, утвержденного приказом Министра образования и науки Российской Федерации от «15» декабря 2010 г. № 1871 по направлению подготовки 162300 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, квалификация (степень) – магистр.

Рабочую программу составил:

проф. каф. ДЛА, д.т.н., проф. Чичков Б.А.  
(должность, степень, звание) подпись (Фамилия, инициалы)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

Протокол № \_\_\_\_\_ от «    » 2013 г.  
Зав. кафедрой ДЛА:  
проф., д.т.н., проф. Никонов В.В.  
(должность, степень, звание) подпись (Фамилия, инициалы)

Рабочая программа одобрена методическим советом направления  
162300 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

(шифр, наименование)  
Протокол № \_\_\_\_\_ от «    » \_\_\_\_\_ 2013 г.  
Председатель  
методического совета  
проф., д.т.н., проф. Чинючин Ю.М.  
(должность, степень, звание) подпись (Фамилия, инициалы)

Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением (УМУ)

Начальник УМУ, к.э.н., доц. Борзова А.С.  
(должность, степень, звание) подпись (Фамилия, инициалы)

## ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина "Оптико-визуальные методы и средства контроля авиационных двигателей" (ОВМиСК АД) ставит основной целью дать студентам знания в области оптико-визуальных методов и средств контроля авиационных газотурбинных двигателей в объеме, необходимом для подготовки магистров по направлению 162300 "Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей" и соответствует области науки и техники, связанной с эксплуатацией и ремонтом авиационной техники в рамках применения и совершенствования систем и процессов диагностирования (объектов профессиональной деятельности) и используемых в них методов.

"Оптико-визуальные методы и средства контроля авиационных двигателей" является одной из дисциплин, дающих специалистам знания, которые позволяют обеспечить высокую надежность, эффективность и безопасность полетов летательных аппаратов.

Дисциплина обеспечивает подготовку магистров по направлению подготовки 162300 "Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей" для решения следующих профессиональных задач в области:

- организационно-управленческой деятельности по организации и проведению подготовки исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений;

- производственно-технологической деятельности по:

- управлению техническим состоянием АД на этапах технической эксплуатации летательных аппаратов;

- управлению эффективностью процессов технической эксплуатации летательных аппаратов;

- управлению качеством технического обслуживания и ремонта летательных аппаратов;

- научно-исследовательской деятельности по:

- разработке теоретических моделей, позволяющих прогнозировать изменение технического состояния объектов авиационной техники и динамику параметров эффективности ее технической эксплуатации;

- проведению оценки состояния и динамики объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств анализа;

- разработке планов, программ и методик проведения технической эксплуатации летательных аппаратов;

- проведению научных исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы в качестве ответственного исполнителя или совместно с научным руководителем;

- осуществлению и анализу экспериментов и наблюдений; участие в составлении планов и методических программ исследований и разработок;

- участию в составлении практических рекомендаций по использованию результатов исследований и разработок;

- расчетно-проектной деятельности по разработке проектов нормативных документов в области эксплуатации авиационной техники;

- научно-педагогической деятельности по консультациям по вопросам достижений науки и техники в области эксплуатации авиационной техники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору студента (маршрут 3) вариативной части профессионального цикла.

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения дисциплины:

- по дисциплине высшая математика – знать основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики; уметь проводить конкретные расчеты, используя методы математического анализа и других разделов высшей математики; владеть математической символикой для выражения количественных и качественных соотношений объектов;

- по дисциплине моделирование систем и процессов – знать способы построения математических моделей простейших систем и процессов в естествознании и технике, иметь представление о методах вычисления;
  - по дисциплине физика – знать фундаментальные физические законы, описывающие процессы и явления в природе, физическую сущность явлений, процессов и эффектов, лежащих в основе устройства и функционирования объектов авиационной техники; уметь использовать методы теоретического и экспериментального исследования в физике; владеть приемами оценивания параметров изделий авиационной техники на основе методов физического исследования;
  - по дисциплине инженерная и компьютерная графика – знать стандарты и правила построения графических изображений; владеть методами чтения и выполнения чертежей и схемы систем;
  - по дисциплине теория двигателей – знать рабочие процессы в узлах двигателей и эксплуатационные характеристики;
  - по дисциплине конструкция и прочность авиационных двигателей – знать конструкции узлов двигателей, особенности их эксплуатационного нагружения, обеспечения и контроля работоспособности;
  - по дисциплине авиационное законодательство – знать основные требования воздушного законодательства Российской Федерации и нормативные документы в области безопасности полетов;
  - по дисциплине метрология, стандартизация и сертификация – знать международную систему единиц физических величин; физические основы и методы измерений, методы оценки погрешностей измерения; уметь рассчитывать погрешности измерений; владеть методами расчета погрешностей измерений;
  - по дисциплине ГСМ – знать основные эксплуатационные свойства ГСМ;
  - по дисциплине вычислительная техника – владеть навыками работы на ПК в табличных процессорах, графических и текстовых редакторах, статистических пакетах;
  - по дисциплине методы и алгоритмы обработки статистических данных – владеть основными приемами обработки экспериментальных данных.
- Данная дисциплина является предшествующей для следующих дисциплин:
- выпускная квалификационная работа.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у студентов компетенций:

#### **общекультурных:**

способности и готовности в условиях развития современной науки и авиационной техники, изменяющейся социальной практики приобретать новые знания, используя современные информационные технологии (ОК-1);

готовности к кооперации с коллегами и работе в коллективе, организовать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения (ОК-2);

способности к самосовершенствованию, саморегулированию, самореализации, к социальной мобильности, готовность при необходимости менять профиль своей профессиональной деятельности (ОК-3);

готовности к самостоятельной работе, принятию ответственных решений в рамках своей профессиональной компетенции (ОК-4);

способности и готовности организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу (ОК-5);

способности к инновационным решениям и подходам (ОК-6);

способности к критическому восприятию информации, её анализу и синтезу (ОК-7).

#### **профессиональных:**

способности выбирать и применять наиболее эффективные технологии и оборудование для эксплуатации авиационной техники, готовностью к участию в формировании заказа на

разработку и производство такого оборудования, способностью генерировать новые идеи в технологии эксплуатации авиационной техники (ПК-2);

способности применять методы теоретического и экспериментального исследования для эксплуатации авиационной техники, способности оценивать границы применимости моделей, а также достоверность получаемых результатов (ПК-3);

способности применять знания на практике, в том числе составлять математические модели объектов профессиональной деятельности (ПК-4);

готовности применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, способностью использовать языки и системы программирования для решения исследовательских и производственных задач (ПК-5);

готовности к применению в процессе эксплуатации авиационной техники методов математической статистики, способностью к анализу и синтезу статистических моделей эксплуатации (ПК-6);

способность к разработке стратегий материально-технического снабжения и обеспечения технического обслуживания в контексте инновационной деятельности (ПК-8);

способности применять известные и, при необходимости, разрабатывать новые методы диагностики оборудования с использованием современных приборов и аппаратуры (ПК-12);

способности к управлению техническим состоянием авиационной техники, эффективностью производственных процессов на этапах эксплуатации авиационной техники (ПК-13);

способности разрабатывать модели, позволяющие прогнозировать изменение технического состояния объектов авиационной техники, отслеживать параметры эффективности ее технической эксплуатации на базе современных аналитических методов и сложных моделей (ПК-15);

способности к анализу состояния и динамики объектов профессиональной деятельности (ПК-16);

готовности к проведению научных исследований, экспериментов и наблюдений при взаимодействии с научно-исследовательскими и проектными организациями (ПК-17);

способности разрабатывать планы, программы и методики исследований, практические рекомендации по использованию результатов исследований (ПК-18);

способность к разработке организационно-технической, нормативно-методической документации по технической эксплуатации летательных аппаратов (АД) (ПК-19).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

• цели и задачи проводимых исследований и разработок, отечественную и зарубежную информацию по исследованиям и разработкам в области оптико-визуальных методов и средств контроля АД, в т.ч.:

- цели и задачи оптико-визуальных методов и средств контроля АД;
- место методов оптико-визуальных методов и средств контроля АД среди прочих методов диагностики и связи между методами;
- основные методы анализа и оценки АД, как объектов эксплуатации с позиций оптико-визуальных методов и средств контроля и влияния результатов диагностики на их надежность;
- показатели, определяющие приспособленность к проведению оптико-визуальных методов и средств контроля АД;
- особенности конструкции узлов и систем АД, влияющие на информативность и достоверность процессов диагностирования;
- методы и типовые методики, описывающие оптико-визуальные методы контроля АД в процессе эксплуатации АД, и средства для их реализации;
- принципы организация оптико-визуального диагностирования ГТД в условиях организаций по ТООиР;
- принципы создания и использования подсистем оптико-визуального диагностирования АД при ТООиР;
- требования, нормы и правила, изложенные в нормативно-технических документах по оптико-визуальным методам и средствам контроля АД;

- методы автоматизации работ в области оптико-визуального диагностирования АД;
- методы диагностики (оптико-визуальной) современного оборудования (авиационных двигателей) с использованием современных приборов и аппаратуры .

**Уметь:**

формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности в области оптико-визуальной диагностики АД; выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы; обрабатывать полученные результаты, анализировать их, в т.ч.:

- выявлять причины возникновения неисправностей;
- анализировать и прогнозировать техническое состояние ГТД и их систем в процессе эксплуатации с использованием методов оптико-визуальной диагностики в процессе эксплуатации;
- анализировать результаты оптико-визуального диагностирования и объяснять принятые диагностические решения по восстановлению свойств объектов эксплуатации;
- использовать ПЭВМ и прикладные пакеты программного обеспечения для обработки результатов, получаемых с использованием процедур метода оптико-визуальной диагностики и средств контроля;
- изучать по действующей нормативной документации и использовать существующие системы диагностирования;
- самостоятельно осваивать новые методики и системы диагностирования АД;
- формулировать и обосновывать основные требования к системам оптико-визуального диагностирования АД ГА;
- представлять итоги проделанной работы в виде отчетов, рефератов, статей, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати.

**Владеть:**

навыками самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области диагностики АД, в т.ч.:

- методами анализа влияния различных эксплуатационных факторов на техническое состояние АД;
- методами анализа причин нарушения работоспособности АД с использованием оптико-визуального диагностирования и разработкой мер по их устранению и предупреждению;
- методами работы с учебной, научной, технической и эксплуатационной документацией,
- методами сбора и обработки диагностической информации с целью оценки технического состояния АД;
- методами разработки и предъявления эксплуатационно-технических требований к системам диагностирования новых образцов АД.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	
				Л	Пр	Лаб	СРС		
1.	РАЗДЕЛ 1. АВИАЦИОННЫЕ ГТД КАК ОБЪЕКТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ АВ. ГТД. АВИАЦИОННЫЕ ГТД КАК ОБЪЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОПТИКО-ВИЗУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ (Т1-2)	2		2 (Л1,2)	6(П1) 6(П2)	2(ЛР1)	2 2 4 2	Защита ЛР Отчет по ПР Отчет по ПР	
2.	РАЗДЕЛ 2. ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ОПТИКО-ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ АД. ОПТИКО-ВИЗУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ (Т3-5)	2	<b>СОГЛАСНО РАСПИСАНИЮ !</b>				4(ЛР2)	4 2 2 2	Защита ЛР Отчет по ПР
3.	РАЗДЕЛ 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВИЗУАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ АД. СБОР, ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ФОТОВИДЕОКУМЕНТИРОВАНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ (Т6-9)	2		4(Л6,7) 4(Л8,9)	4(П4) 2(П5) 4(П6)		4 4 2 4 2 2 2	Отчет по ПР Отчет по ПР Отчет по ПР, собеседование	
4.	ПОДГОТОВКА К ЭКЗАМЕНУ	2	16	18	30	6	14	Форма аттестации - экзамен	
5.	ИТОГО:						54		

Примечание. Порядок и наименование лекций, практических и лабораторных занятий соответствующим разделу "Содержание дисциплины" настоящей программы (их номера указаны в скобках).

(Т – тема, Л – лекция, П – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа)

## Содержание дисциплины

### **РАЗДЕЛ 1. АВИАЦИОННЫЕ ГТД КАК ОБЪЕКТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ АВИАЦИОННЫХ ГТД. АВИАЦИОННЫЕ ГТД КАК ОБЪЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОПТИКО-ВИЗУАЛЬНЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ (24 ч)**

**Тема 1.** Авиационные ГТД как объекты технической эксплуатации. Эксплуатационная повреждаемость элементов проточной части авиационных ГТД .

(Лекция 1- 1 ч) (здесь и далее название лекции совпадает с названием темы)

Литература: [2,3].

**Тема 2.** Авиационные ГТД как объекты применения оптико-визуальных методов и средств контроля (чччч1 ч).

(Лекция 2- 1 ч)

Литература: [2,3,11,12,21].

### **РАЗДЕЛ 2. ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ОПТИКО-ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ АД. ОПТИКО-ВИЗУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ (30 ч)**

**Тема 3.** Требования к средствам оптико-визуального контроля проточной части АД: общие сведения, нормативная база и условия применения средств оптико-визуального контроля при ТОиР АД.

(Лекция 3- 2 ч)

Литература: [1,с. 4-17].

**Тема 4.** Оптико-визуальные средства контроля технического состояния проточной части АД: общие требования к эндоскопическому контролю, специальные параметры эндоскопов.

(Лекция 4- 2 ч)

Литература: [1,с. 17-27].

**Тема 5.** Оптико-визуальные средства контроля оценки технического состояния проточной части АД: устройство и условия применения, источники (генераторы) света, видеосистемы.

(Лекция 5- 4 ч)

Литература: [1,с. 27-58].

### **РАЗДЕЛ 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВИЗУАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ АД. СБОР, ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ФОТОВИДЕОДОКУМЕНТИРОВАНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ (38 ч)**

**Тема 6.** Особенности существующих методик контроля. Контроль лопаток ротора АД.

(Лекция 6- 2 ч)

Литература: [1,с. 58-62].

**Тема 7.** Контроль лопаток статора АД. Контроль камер сгорания АД.

(Лекция 7- 2 ч)

Литература: [1,с. 62-64, 2,3].

**Тема 8.** Оценка размеров повреждений элементов проточной части ГТД.

(Лекция 8- 2 ч)

Литература: [1,с. 64-72].



**Тема 9.** Сбор, обработка и анализ результатов фотовидеодокументирования поврежденных лопаток компрессоров ГТД: нормативная документация, технические средства фотовидеодокументирования повреждений, рекомендации при проведении работ по фотовидеодокументированию.

(Лекция 9- 2 ч)

Литература: [1,с. 72-80].

### ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (П) И ИХ ОБЪЕМ В ЧАСАХ

№ п/п	Тема	Объем в часах
1.	Авиационные ГТД как объекты применения оптико-визуальных методов и средств контроля	6
2.	Типичные повреждения и нормы повреждений деталей проточной части, оцениваемые при применении оптико-визуальных методов и средств контроля	6
3.	Принципы устранения повреждений лопаток ТРДД и технологические процедуры по их устранению	8
4.	Сбор, обработка и анализ результатов диагностирования с использованием оптико-визуальных методов и средств контроля компрессоров ГТД	4
5.	Сбор, обработка и анализ результатов диагностирования с использованием оптико-визуальных методов и средств контроля камер сгорания ГТД	2
6.	Сбор, обработка и анализ результатов диагностирования с использованием оптико-визуальных методов и средств контроля турбин ГТД	4
	<b>ИТОГО:</b>	<b>30</b>

**Примечание.**

Работы выполняются на макетах, отдельных узлах и деталях двигателей Д-30КП, НК-86, Д-36, ТВ2-117.

### ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ (ЛР) И ИХ ОБЪЕМ В ЧАСАХ

№ п/п	Тема	Объем в часах
1	Исследование спектра собственных частот и форм колебаний рабочей лопатки компрессора.	2
2	Алгоритм и расчетные процедуры по уравниванию рабочего колеса вентилятора ТРДД	4
	<b>ИТОГО:</b>	<b>6</b>

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе преподавания дисциплины используются как классические формы и методы обучения (лекции, практические занятия, лабораторные работы), так и активные методы обучения (деловые игры, тренинги, проблемные дискуссии, получение навыков работы на образцах авиационной техники и слесарных работ). Применение любой формы обучения предполагает также использование ИТ-обучающих технологий.

При проведении лекционных занятий по дисциплине преподаватель использует аудиовизуальные, компьютерные и мультимедийные средства обучения Университета, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы.

Практические занятия и лабораторные работы по дисциплине проводятся с использованием компьютерного и мультимедийного оборудования Университета, образцов авиационной техники, приборов, оборудования и лабораторных установок, размещенных на каф. ДЛА.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

**Текущий контроль** успеваемости студентов по дисциплине включает защиту лабораторных работ, оценку результатов практических занятий, собеседования.

**Аттестация** по итогам освоения дисциплины осуществляется в виде экзамена.

Итоговая оценка по дисциплине определяется с учетом приведенной ниже шкалы:

<b>Рейтинговая оценка</b>	<50	51-60	61-67	68-84	85-92	93-100
<b>Зачет\незачет</b>	Незачет	Зачет				
<b>Европейская оценка</b>	F	E	D	C	B	A

**Самостоятельная работа** студентов по дисциплине способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки работы по проблемам диагностирования двигателей, ориентирует студента на умение применять полученные теоретические знания на практике в эксплуатационных предприятиях, исследовательских организациях и проводится в следующих видах:

- проработка лекционного материала,
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ, практических занятий,
- подготовка к экзамену.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная литература:

1. Пивоваров В.А., Белоусов Г.Г., Померанцев Д.С., Пенкин А.А.. Методы и средства оптико-визуальной диагностики авиационных ГТД. –Учебное пособие. -М.: МГТУ ГА, 2005.

### б) дополнительная литература:

2. Чичков Б.А. Рабочие лопатки авиационных ГТД. Эксплуатационная повреждаемость рабочих лопаток. – М.: МГТУ ГА, 2000.

3. Чичков Б.А. Рабочие лопатки авиационных ГТД. Контроль работоспособности рабочих лопаток. Ремонт и замена рабочих лопаток в эксплуатации. – М.: МГТУ ГА, 2002.

4. Лозицкий Л.П. и др. Оценка технического состояния авиационных ГТД. -М.: Транспорт, 1982.

5. Практическая диагностика авиационных газотурбинных двигателей. Под редакцией Степаненко В.Л. - М.: Транспорт, 1985.

6. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов.- М.: Наука, Гл.ред . физ.-мат. лит., 1986.

7. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. -М.: Издательство стандартов, 1990.

8. Двигатели газотурбинные авиационные. Термины и определения. ГОСТ 23851-79. М.:Изд-во стандартов,1980.

9. Периодические печатные издания - Техническая информация ЦИАМ, материалы выставок, конференций и т.п.

### в) учебно-методическая литература по проведению практических занятий

10. Акуленко В.С., Иноземцев А.А., Соловьев Б.А. Авиационный газотурбинный двигатель ПС-90А. Учебное пособие. Л.:ОЛАГА,1990.

11. Лозицкий Л.П. и др. Авиационные двухконтурные двигатели Д-30КУ и Д-30КП (конструкция, надежность и опыт эксплуатации). - М.:Машиностроение, 1988.
12. Иноземцев А.А. и др. Авиационный двигатель ПС-90А. - М.:Либра-К, 2007.
13. разделы работ [1-3, 16, 22].

**г) учебно-методическая литература для выполнения лабораторных работ:**

14. Чичков Б.А. Исследование спектра собственных частот и форм колебаний рабочей лопатки компрессора. Пособие к лабораторной работе. -М.: МГТУ ГА, 2013.

**д) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

15. Электронные ресурсы библиотеки Университета -электронные версии пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы.
16. Элементы описаний двигателей и их ТО в PDF-формате (на сервере МГТУ ГА).
17. Программное обеспечение для контроля знаний с использованием заданий в тестовой форме.
18. электронные версии лекций по дисциплине;
19. презентации по дисциплине;
20. информационно-справочная база учебно-методического материала.
21. Руководства по эксплуатации типов ГТД в формате "pdf".
22. <http://www.mintrans.ru> –официальный сайт Министерства транспорта РФ.

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Специализированные классы двигателей, эксплуатируемых в гражданской авиации: Д-30КУ(КП), Д-36, НК-8-2, ТВ-2-117, Аи-24, Аи-25, ТА-8, Аи-9 и др.
2. Узлы и детали узлов авиационных ГТД.
3. Комплекты плакатов и слайдов по узлам авиационных ГТД.
4. Классы ПЭВМ, размещенные на каф. ДЛА и ИВЦ МГТУ ГА.
5. Проекционная компьютерная система.