

областное государственное автономное  
профессиональное образовательное учреждение  
«Ульяновский авиационный колледж – Межрегиональный центр компетенций»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ОП.09 КОНСТРУКЦИЯ И ПРОЧНОСТЬ АВИАЦИОННЫХ**  
**ДВИГАТЕЛЕЙ**

Специальность СПО

**25.02.07** Техническое обслуживание авиационных двигателей

Ульяновск  
2017

Рабочая программа учебной дисциплины ОП.09 Конструкция и прочность авиационных двигателей разработана на основе Федерального Государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее СПО) 25.02.07 Техническое обслуживание авиационных двигателей (приказ Минобрнауки России № 1566 от 09 декабря 2016 года) и примерной основной образовательной программы (ПООП), зарегистрированной в Федеральном реестре примерных образовательных программ СПО Минобрнауки РФ.

РЕКОМЕНДОВАНА

на заседании ЦМК авиационных дисциплин  
Председатель ЦМК

 /А.Н. Леонтьев/  
Подпись Ф.И.О.

Протокол №1 от «30» августа 2018г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
по учебно – методической работе

 /Л.Н. Подкладкина/  
Подпись Ф.И.О.

«30» августа 2018г.

ОРГАНИЗАЦИЯ - РАЗРАБОТЧИК: ОГАПОУ «Ульяновский авиационный колледж-  
Межрегиональный центр компетенций»

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ	10
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	11

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:** учебная дисциплина относится к общепрофессиональному циклу. Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках следующей дисциплины: Инженерная графика; Метрология, стандартизация и подтверждение качества.

**1.2. Цель и планируемые результаты освоения учебной дисциплины:**

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2	<b>У1</b> рассчитывать силы, действующие на элементы конструкции двигателей летательных аппаратов.	<b>31</b> основы конструкции газотурбинных двигателей летательных аппаратов; <b>32</b> основные конструктивные элементы: входное устройство, компрессоры, камеры сгорания, газовые турбины, выходные и реверсивные устройства и другие, их разновидности, сравнительный анализ, принципы работы; <b>33</b> силовые схемы и роторы; <b>34</b> основные системы: смазки, топливопитания, управления, пусковые и другие, их разновидности, сравнительный анализ, принципы работы; <b>35</b> основы конструкции поршневых двигателей

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
<b>Обязательные аудиторные учебные занятия (всего)</b>	90
в том числе:	
– теоретические занятия	46
– практические занятия	40
– лабораторные занятия	Не предусмотрены
– курсовое проектирование	Не предусмотрено
– контрольные работы	4
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	
в том числе:	
- работа с конспектами лекций для подготовки к контрольной работе	
<b>ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ</b> в форме экзамена	

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины ОП.09 Конструкция и прочность авиационных двигателей

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
ВВЕДЕНИЕ	Содержание и методическое построение дисциплины.	1	
<b>РАЗДЕЛ 1. КОНСТРУКЦИЯ УЗЛОВ АВИАЦИОННЫХ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК</b>			
Тема 1.1 Общие сведения о конструкции авиационных силовых установок	Состав авиационной силовой установки. Конструктивные схемы газотурбинных двигателей. Основные тактико-технические характеристики, компоновка современных силовых установок и их систем. Нагрузки, действующие на узлы силовых установок. Силовые схемы газотурбинных двигателей.	3	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 1.2. Конструкция компрессоров	Требования к компрессорам. Условия работы компрессоров. Нагрузки, действующие на элементы компрессоров. Основные параметры и конструктивные схемы компрессоров. Конструкция ротора компрессора. Конструктивные схемы роторов. Конструкция рабочего колеса компрессора. Способы соединения элементов ротора компрессора. Конструкция статора компрессора. Корпусы направляющих аппаратов и опор компрессора. Конструкция направляющих аппаратов. Уплотнения проточной части компрессора. Вспомогательные системы и устройства компрессора. Конструкционные материалы деталей компрессора. Основные неисправности компрессоров. Тенденции развития компрессоров.	4	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 1.3. Конструкция камер сгорания	Требования к основным камерам сгорания. Условия работы основных камер сгорания. Нагрузки, действующие на элементы основных камер сгорания. Основные параметры и конструктивные схемы основных камер сгорания. Конструкция и охлаждение элементов основных камер сгорания. Конструкционные материалы деталей основных камер сгорания. Основные неисправности основных камер сгорания. Тенденции развития основных камер сгорания. Требования к форсажным камерам сгорания. Условия работы форсажных камер сгорания. Нагрузки, действующие на элементы форсажных	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2

	камер сгорания. Основные параметры и конструктивные схемы форсажных камер сгорания. Конструкция и охлаждение форсажных камер сгорания. Конструкционные материалы деталей форсажных камер сгорания. Основные неисправности форсажных камер сгорания. Тенденции развития форсажных камер сгорания.		
Тема 1.4. Конструкция турбин	Требования к турбинам. Условия работы турбин. Нагрузки, действующие на элементы турбин. Основные параметры и конструктивные схемы турбин. Конструкция ротора турбины. Конструкция рабочего колеса турбины. Способы соединения элементов ротора турбины. Конструкция статора турбины. Корпусы сопловых аппаратов и опор турбины. Конструкция сопловых аппаратов. Охлаждение турбины. Конструкция охлаждаемых лопаток. Охлаждение дисков и корпусов турбины. Конструкционные материалы деталей турбин. Основные неисправности турбин. Тенденции развития турбин.	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 1.5. Конструкция выходных устройств	Требования к выходным устройствам. Условия работы выходных устройств. Нагрузки, действующие на элементы выходных устройств. Основные параметры и конструктивные схемы выходных устройств. Конструкционные материалы деталей выходных устройств. Основные неисправности выходных устройств. Тенденции развития выходных устройств. Назначение и требования к реверсивным устройствам. Нагрузки, действующие на элементы реверсивных устройств. Конструкция входного устройства	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 1.6. Конструкция входных устройств	Требования к входным устройствам. Условия работы входных устройств. Нагрузки, действующие на элементы входных устройств. Основные параметры и классификация входных устройств. Конструкция входного устройства. Конструкционные материалы деталей входных устройств. Основные неисправности входных устройств. Тенденции развития входных устройств.	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 1.7. Конструкция авиационных редукторов	Назначение и требования к авиационным редукторам. Условия работы авиационных редукторов. Нагрузки, действующие на элементы авиационных редукторов. Основные параметры и классификация авиационных редукторов. Кинематические схемы авиационных редукторов. Конструкция авиационного редуктора. Основные неисправности авиационных редукторов.	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 1.8. Конструкция втулок воздушных винтов изменяемого шага	Назначение и требования к втулкам воздушных винтов изменяемого шага. Условия работы втулок воздушных винтов изменяемого шага. Конструкция втулок воздушных винтов изменяемого шага. Принцип работы втулок воздушных винтов изменяемого шага. Дополнительные устройства втулок	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2

	воздушных винтов изменяемого шага.		
Тема 1.9. Основы конструкции поршневых двигателей	Типы поршневых двигателей летательных аппаратов. Основные конструктивные элементы силовой установки с поршневым двигателем. Системы силовой установки с поршневым двигателем.	1	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> - работа с конспектами лекций для подготовки к контрольной работе		
	<b>Контрольная работа №1</b>	1	
<b>РАЗДЕЛ 2. ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ</b>			
Тема 2.1 Статическая прочность	Общие сведения о нагрузках, действующих на элементы силовых установок. Статическая прочность лопаток. Растяжение лопаток центробежными силами. Изгиб рабочих лопаток. Кручение лопаток. Температурные напряжения в лопатках. Прочность крепления рабочих лопаток к дискам. Статическая прочность спрямляющих и направляющих аппаратов компрессоров и сопловых аппаратов газовых турбин. Статическая прочность дисков компрессоров и турбин. Нагрузки, действующие на диск. Влияние конструктивных факторов и режима работы двигателя на напряженно-деформированное состояние диска. Экспериментальные методы исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкции двигателей летательных аппаратов.	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 2.2 Колебания и вибрационная прочность	Общие сведения о колебаниях. Свободные колебания лопаток. Собственные формы и частоты колебаний изолированной лопатки. Влияние конструктивных факторов и режимов работы двигателя на собственные формы и частоты колебаний лопаток. Вынужденные колебания лопаток. Резонансные колебания лопаток. Частотная диаграмма. Меры борьбы с опасными колебаниями лопаток. Свободные колебания дисков. Собственные формы и частоты колебаний изолированного диска. Влияние конструктивных факторов и режимов работы двигателя на собственные частоты колебаний дисков. Резонансные колебания дисков. Меры борьбы с резонансными колебаниями дисков. Исследование колебаний дисков. Колебания роторов. Виды колебаний роторов. Собственные формы и частоты изгибных колебаний невращающегося ротора. Собственные формы и частоты изгибных колебаний вращающегося ротора. Вынужденные изгибные колебания ротора. Критическая частота вращения ротора. Меры борьбы с опасными колебаниями ротора.	3	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2



	Исследование изгибных колебаний ротора.		
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> - работа с конспектами лекций для подготовки к контрольной работе		
	<b>Контрольная работа №2</b>	1	
<b>РАЗДЕЛ 3.</b>			
<b>СИСТЕМЫ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ</b>			
Тема 3.1 Топливные системы	Назначение и требования к топливным системам. Условия работы топливных систем. Структура и состав топливных систем. Конструкция и основные параметры агрегатов топливных систем. Работа топливной системы. Основные неисправности топливных систем.	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 3.2 Масляные системы	Назначение и требования к масляным системам. Условия работы масляных систем. Классификация масляных систем. Структура и состав масляных систем. Конструкция и основные параметры агрегатов масляных систем. Работа масляной системы. Основные неисправности масляных систем.	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 3.3 Пусковые системы	Назначение и требования к пусковым системам. Условия работы пусковых систем. Этапы запуска. Структура и состав пусковых систем. Конструкция и основные параметры агрегатов пусковых систем. Работа пусковой системы. Основные неисправности пусковых систем.	1	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> - работа с конспектами лекций для подготовки к контрольной работе		
	<b>Контрольная работа №3</b>	1	
<b>РАЗДЕЛ 4.</b>			
<b>СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫМИ СИЛОВЫМИ УСТАНОВКАМИ</b>			
Тема 4.1 Основы авиационной автоматики	Основные понятия авиационной автоматики. Задачи, решаемые системами управления авиационными ГТД, требования к системам автоматического управления. Принципы построения САУ и их краткая характеристика. Классификация САУ.	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 4.2 Основные элементы системы автоматического управления	Измерительные устройства. Усилительные устройства. Исполнительные устройства. Корректирующие устройства.	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 4.3 Газотурбинный двигатель,	Общие сведения о силовой установке как объекте управления. Условия работы ГТД, внутренние и внешние возмущающие воздействия. Потребные и	2	ОК 01-07, ОК 09-11;

как объект автоматического управления	располагаемые расходы топлива. Влияние приводного топливного насоса на устойчивость работы ГТД.		ПК 1.1-3.2
Тема 4.4 Системы автоматического управления частотой вращения ротора	Регуляторы расхода топлива и частоты вращения. Блокировки регуляторов расхода топлива и частоты вращения.	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 4.5 Автоматизация приемистости и запуска	Приемистость ГТД. Потребные расходы топлива. Необходимость применения автоматов приемистости. Топливный автомат запуска. Автоматы приемистости. Автомат приемистости по внутривдвигательным параметрам.	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 4.6 Системы управления компрессором	Общие сведения о системах управления осевым компрессором. Система управления перепуском воздуха. Система управления направляющими аппаратами. Система противопомпажной защиты.	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 4.7 Автоматические ограничители и специальные автоматы в системах управления	Автоматические ограничители и специальные автоматы. Ограничитель максимальной частоты вращения ротора. Ограничитель максимального давления воздуха. Ограничитель температуры в газовой турбине. Ограничитель подачи топлива при применении бортового оружия.	2	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
Тема 4.8 Системы управления форсажным контуром, входными и выходными устройствами	Системы управления расходом топлива в форсажную камеру сгорания. Системы автоматического управления входными устройствами. Системы автоматического управления выходными устройствами.	1	ОК 01-07, ОК 09-11; ПК 1.1-3.2
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> - работа с конспектами лекций для подготовки к контрольной работе		
	<b>Контрольная работа №4</b>	1	
<b>Промежуточная аттестация в форме экзамена</b>			
<b>Всего:</b>		<b>90</b>	

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**3.1. Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие специальные помещения: кабинет «Конструкции двигателей»**

рабочее место преподавателя;  
рабочие места для обучающихся (столы и стулья по количеству обучающихся);  
доска;  
шкафы для хранения комплексного методического обеспечения;  
персональный компьютер;  
проектор;  
экран;  
схемы расположения двигателей;

#### Макеты и агрегаты

1. Ротор ГТД.
2. Рабочее колесо компрессора.
3. Рабочая лопатка компрессора.
  
4. Лопатки направляющего аппарата компрессора.
5. Рабочее колесо газовой турбины.
6. Сопловой аппарат турбины низкого давления.
7. Лопатки турбины.
8. Жаровая труба основной камеры сгорания с форсункой.
9. Топливные коллекторы и стабилизаторы форсажной камеры сгорания.
10. Элементы выходного устройства.
11. Насос форсажный.
12. Насос плунжерный.
13. Насос шестерённый.
14. Насос дополнительный центробежный.
15. Топливная форсунка.
16. Центробежный суфлёр.
17. Топливомасляный радиатор.
18. Воздушный турбостартер

#### Технические средства обучения:

компьютер с лицензионным программным обеспечением;  
мультимедиапроектор.

### 3.2. Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендуемых для использования в образовательном процессе

#### 3.2.1. Печатные издания

1. Конструкция и прочность авиадвигателей: учеб. пособие / А.И. Евдокимов, С.В. Коцюбинский, В.Б. Фролов, и др. Под ред. Евдокимова А.И. – Москва: ВВИА, 2007.
2. Иноземцев А.А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учеб. / А.А. Иноземцев, М.А. Нихамкин, В.Л. Сандрацкий. – М.: Машиностроение, 2008. – Т.1. 201 с.; ил. – (Серия: Газотурбинные двигатели). Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные схемы.
3. Иноземцев А.А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учеб. / А.А. Иноземцев, М.А. Нихамкин, В.Л. Сандрацкий. – М.:

Машиностроение, 2008. – Т.2. 368 с.; ил. – (Серия: Газотурбинные двигатели). Компрессоры. Камеры сгорания. Турбины. Выходные устройства.

4. Иноземцев А.А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учеб. / А.А. Иноземцев, М.А. Нихамкин, В.Л. Сандрацкий. – М.: Машиностроение, 2008. – Т.3. 227 с.; ил. – (Серия: Газотурбинные двигатели). Зубчатые передачи и муфты. Пусковые устройства. Трубопроводные и электрические коммуникации. Уплотнения. Силовой привод. Шум. Автоматизация проектирования и поддержки жизненного цикла.

5. Иноземцев А.А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учеб. / А.А. Иноземцев, М.А. Нихамкин, В.Л. Сандрацкий. – М.: Машиностроение, 2008. – Т.4. 192 с.; ил. – (Серия: Газотурбинные двигатели). Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок.

6. Иноземцев А.А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: учеб. / А.А. Иноземцев, М.А. Нихамкин, В.Л. Сандрацкий. – М.: Машиностроение, 2008. – Т.5. 187 с.; ил. – (Серия: Газотурбинные двигатели). Автоматика и регулирование авиационных двигателей и энергетических установок.

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения групповых и практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных занятий.

Результаты обучения	Критерии оценки	Формы и методы оценки
<p><b>У1</b> рассчитывать силы, действующие на элементы конструкции двигателей летательных аппаратов.</p> <p><b>31</b> основы конструкции газотурбинных двигателей летательных аппаратов;</p> <p><b>32</b> основные конструктивные элементы: входное устройство, компрессоры, камеры сгорания, газовые турбины, выходные и реверсивные устройства и другие, их разновидности, сравнительный анализ, принципы работы;</p> <p><b>33</b> силовые схемы и роторы;</p> <p><b>34</b> основные системы: смазки, топливопитания, управления, пусковые и другие, их разновидности, сравнительный анализ, принципы работы;</p> <p><b>35</b> основы конструкции поршневых двигателей</p>	<p>Оценка <b>«отлично»</b> выставляется при следующих условиях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на поставленные преподавателем вопросы;</li> <li>- показано глубокое и творческое овладение материалом, изложенным в основной и дополнительной литературе в процессе занятия;</li> <li>- высказываемые положения, решения и действия обоснованы с использованием пособий, макетов и приборов, находящихся в учебной аудитории;</li> <li>- ответы отличаются четкостью и краткостью; мысли и решения излагаются в необходимой логической последовательности;</li> <li>- студент проявил активность в процессе занятия.</li> </ul> <p>Оценка <b>«хорошо»</b> выставляется при следующих условиях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на поставленные преподавателем вопросы;</li> <li>- показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой;</li> <li>- показано умение обосновывать высказываемые положения с использованием изучаемых пособий, макетов и приборов, находящихся в учебной аудитории;</li> <li>- ответы в основном были краткими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность.</li> <li>- студент в целом проявил активность в процессе занятия.</li> </ul> <p>Оценка <b>«удовлетворительно»</b> выставляется при следующих условиях:</p>	<p>Оценка решений ситуационных задач</p> <p>Тестирование</p> <p>Устный опрос</p> <p>Практические занятия</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- даны в основном правильные ответы на поставленные преподавателем вопросы, но без должностной глубины и обоснования;</li> <li>- показаны недостаточные знания основной литературы;</li> <li>- при ответах недостаточно использовались пособия, макеты и приборы;</li> <li>- ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности.</li> <li>- студент проявил низкую активность в процессе занятия.</li> </ul> <p>Оценка <b>«неудовлетворительно»</b> выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие выставить оценку «удовлетворительно».</p>	
--	--	--

