



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(ВЫБОРГСКИЙ ФИЛИАЛ)**



УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала

А. А. Новиков

«23» марта 2020 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.05 Теория двигателей летательных аппаратов

(название учебной дисциплины)

25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

(код, наименование специальности)

очная

(форма обучения)

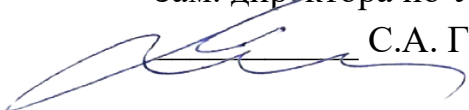
2020 г.

Составлена в соответствии с
требованиями к оценке качества
освоения выпускниками программы
подготовки специалистов среднего
звена по специальности 25.02.01
*Техническая эксплуатация
летательных аппаратов и
двигателей»*
*Рассмотрена и рекомендована
методическим советом филиала
Протокол № 5 от 23 марта 2020г*

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора по УПР

С.А. Гутник



СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Паспорт рабочей программы учебной дисциплины.....	4
2. Структура и содержание учебной дисциплины.....	6
3. Условия реализации учебной дисциплины.....	12
4. Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины.....	16

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.05 Теория двигателей летательных аппаратов

1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности

25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей", утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 апреля 2014 года, № 389.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:

Дисциплина относится к циклу общепрофессиональные дисциплины

1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины:

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся **должен уметь:**

- применять основы технической термодинамики: первое и второе начала термодинамики, термодинамические процессы и циклы;

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся **должен знать:**

- основные уравнения газовой динамики, истечение газа;

- теорию газотурбинных двигателей летательных аппаратов: схему устройства и принцип работы;

- процессы, протекающие в элементах турбореактивных двигателей;

- турбореактивные двигатели двухконтурные;

- турбовинтовые двигатели;

- теорию поршневых двигателей летательных аппаратов: схему устройства и принцип работы.

**Перечень общих и профессиональных компетенций,
формированию которых способствуют элементы программы.**

ПК 1.3. Проводить комплекс планово-предупредительных работ по обеспечению исправности, работоспособности и готовности летательных аппаратов различного типа и их двигателей к использованию по назначению.

ПК 1.6. Диагностировать узлы и агрегаты авиационной техники различными методами.

ПК 2.4. Осуществлять контроль качества выполняемых работ.

ПК 2.5. Проводить оценку экономической эффективности производственной деятельности при организации и проведении технического обслуживания летательных аппаратов и двигателей различного типа.

1.4. Количество часов на освоение рабочей программы учебной дисциплины:

максимальной учебной нагрузки обучающегося 180 часов, в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 120 часов;
- самостоятельной работы обучающегося 60 часов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	180
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	120
в том числе:	
лабораторные работы	8
практические занятия	28
контрольные работы	-
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	60
в том числе:	
- работа с историческими аспектами развития авиационных двигателей; - знакомство с перспективными авиационными двигателями; - расчет основных параметров рабочего цикла газотурбинных двигателей (ГТД); - построение принципиальных графических схем ГТД; - обработка результатов лабораторных работ и оформление отчетов; - изучение основной и дополнительной литературы.	
Промежуточная аттестация в виде экзамена	

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины: ОПД.05«Теория двигателей летательных аппаратов»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
Введение	Общие сведения о преобразовании энергии. Тепловые двигатели и их классификация. Понятие о силовой установке.	2	1
Раздел 1. Основы технической термодинамики и газовой динамики		66	
Тема 1.1. Первый закон термодинамики и термодинамические процессы	Содержание учебного материала	20	
	Газ как рабочее тело. Параметры состояния газа: давление, удельный объём, плотность, температура (p, v, ρ, T), шкалы температур. Уравнение состояния идеального газа. Понятие о термодинамическом процессе. Внутренняя энергия газа и её изменение в термодинамических процессах. Работа газа в термодинамических процессах. Количество теплоты и теплоемкость газа. Первый закон термодинамики. Энтальпия газа. Способы задания и методы исследования термодинамических процессов. Основные термодинамические процессы: изохорный процесс, изобарный процесс, изотермический процесс, адиабатический процесс. Политропические процессы.	8	2
	Практическое занятие № 1 «Решение задач на тему первый закон термодинамики».	2	3
	Расчетно-практическое занятие № 2 «Расчет и анализ основных термодинамических процессов».	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Работа с электронными источниками информации. Решение задач на тему первый закон термодинамики. Расчет и анализ основных термодинамических процессов.	8	
Тема 1.2. Второй закон термодинамики и термодинамические	Содержание учебного материала	16	
	Понятие о естественных и неестественных тепловых процессах. Понятие о термодинамических циклах. Прямой термодинамический цикл. Идеальный цикл Карно. Физическая сущность и формулировка 2-го закона термодинамики.	6	2

циклы	Идеальные циклы тепловых двигателей. Идеальный цикл Отто. Идеальный цикл Брайтона.		
	Лабораторная работа № 1 «Исследование идеальных циклов с подводом тепла при постоянном давлении и постоянном объёме».	2	3
	Расчетно-практическое занятие № 3 «Идеальные термодинамические циклы».	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Работа с электронными источниками информации. Исследование идеальных циклов с подводом тепла при постоянном давлении и постоянном объёме (отчет по ЛР № 1). Идеальные термодинамические циклы.	6	
Тема 1.3. Основы газовой динамики	Содержание учебного материала	6	
	Основные свойства движущего газа. Скорость звука и число Маха. Внешние и внутренние воздействия на газовый поток. Виды энергии движущегося газа. Работа движущего газа.	4	2
	Самостоятельная работа обучающихся Зависимость скорости звука и числа Маха от высоты полета.	2	3
Тема 1.4 Основные уравнения газовой динамики	Содержание учебного материала	12	
	Уравнение неразрывности газового потока. Уравнение сохранения энергии газового потока. Параметры заторможенного потока. Обобщенное уравнение Бернулли. Уравнение Эйлера о количестве движения.	4	2
	Практическое занятие № 4 «Решение задач на основе уравнений газовой динамики».	2	3
	Расчетно-практическое занятие № 5 «Расчет параметров основных элементов ГТД с использованием уравнений газовой динамики».	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Решение задач на основе уравнений газовой динамики. Расчет параметров основных элементов ГТД с использованием уравнений газовой динамики.	4	3
Тема 1.5. Течение газа в	Содержание учебного материала	12	
	Понятие о реактивном сопле: рабочий процесс и основные параметры	4	2

реактивных соплах	сопла.Профилирование реактивных сопел.Скорость истечения газа из сопла. Критические параметры газа и критическая степень понижения давления. Расход газа через сопло, понятие о запирации сопла. Режимы работы дозвуковых и сверхзвуковых сопел.		
	Лабораторная работа № 2 «Определение экспериментальным путем связи между формой канала и параметрами потока».	2	3
	Расчетно-практическое занятие № 6 «Расчет параметров сверхзвукового реактивного сопла».	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Типы реактивных сопел. Определение экспериментальным путем связи между формой канала и параметрами потока (отчет по ЛР № 2). Расчет параметров сверхзвукового реактивного сопла.	4	
Раздел 2. Теория авиационных газотурбинных двигателей		68	
Тема 2.1. Устройство и принцип работы ГТД	Содержание учебного материала	6	
	Определение и основные параметры ГТД. Устройство и принцип работы газогенератора. Классификация ГТД по способу создания силы тяги. Принципиальная схема и принцип работы: <i>ТРД, ТВад, ТВД и ТРДД</i> . Понятие об абсолютных и удельных параметрах ГТД.	2	2
	Практическое занятие № 7 Построение графических схем ГТД в соответствии с ГОСТ Р 53541-2009.	2	3
	Самостоятельная работа обучающихся Работа с дополнительной литературой по применению различных типов ГТД на воздушных судах. Построение графических схем ГТД в соответствии с ГОСТ Р 53541-2009.	2	
Тема 2.2. Процессы, протекающие в основных узлах ГТД		50	
2.2.1 Рабочий процесс в воздухозаборниках	Содержание учебного материала	8	
	Назначение и общая характеристика воздухозаборников. Устройство и работа дозвукового воздухозаборника. Назначение и принцип работы сверхзвуковых воздухозаборников. Режимы работы и принципы регулирования сверхзвукового воздухозаборника.	4	2
	Лабораторная работа № 3 Моделирование работы воздухозаборника на различных скоростях полета.	2	3

	Самостоятельная работа обучающихся Оформление результатов моделирования работы воздухозаборника на различных скоростях.	2	
2.2.2 Рабочий процесс в компрессорах	Содержание учебного материала	24	
	Назначение и общая характеристика компрессоров. Дозвуковая ступень осевого компрессора. Устройство и работа ступени с осевым входом, работа вращения рабочего колеса ступени. Ступень с предварительной закруткой воздушного потока. Основные параметры ступени. Гидравлические потери в ступени. Понятие о профилировании лопаток. Устройство и принцип работы сверхзвуковых ступеней. Многоступенчатые осевые компрессоры. Основные параметры компрессора и их связь с параметрами ступеней. Профилирование проточной части компрессора. Мощность компрессора. Устройство и работа центробежных и комбинированных компрессоров. Эксплуатационные характеристики компрессора. Назначение и порядок снятия характеристик. График и анализ характеристики. Приведение характеристик к стандартным атмосферным условиям. Расчетные и нерасчетные режимы работы компрессора. Помпаж компрессора.	14	2
	Расчетно-практическое занятие № 8 Расчет параметров компрессора при различных полетных условиях.	2	3
	Самостоятельная работа обучающихся Построение и анализ эксплуатационной характеристики компрессора. Расчет параметров компрессора при различных полетных условиях.	8	
2.2.3. Рабочий процесс в камерах сгорания	Содержание учебного материала	6	
	Общие сведения о горении углеводородного топлива. Факторы, влияющие на скорость и полноту сгорания. Общая характеристика камеры сгорания. Организация рабочего процесса в камерах сгорания. Эксплуатационные характеристики камер сгорания.	4	2
	Самостоятельная работа обучающихся Эмиссионные камеры сгорания.	2	3
2.2.4. Рабочий процесс в	Содержание учебного материала	10	

газовых турбинах	Назначение и общая характеристика газовых турбин. Устройство и работа реактивной ступени газовой турбины. Основные параметры ступени газовой турбины. Факторы, влияющие на КПД ступени. Многоступенчатые турбины.	4	2
	Расчетно-практическое занятие № 9 Расчет основных параметров камер сгорания и газовых турбин.	2	3
	Самостоятельная работа обучающихся История появления и развития газовых турбин. Выполнение расчета основных параметров камер сгорания и газовых турбин.	4	3
2.2.5. Рабочий процесс в выходных устройствах	Содержание учебного материала	2	
	Назначение и общая характеристика выходных устройств. Устройство и работа дозвуковых и сверхзвуковых выходных устройств. Назначение и способы регулирования реактивных сопел.	2	2
Тема 2.3 Турбореактивные двигатели	Содержание учебного материала	24	
	Содержание учебного материала Абсолютные и удельные параметры <i>ТРД</i> . Действительный цикл <i>ТРД</i> . Внутренняя и эффективная работа цикла, тяговая работа <i>ТРД</i> . Зависимости эффективной работы цикла и удельной тяги от параметров рабочего процесса. Тепловой баланс и КПД <i>ТРД</i> . Зависимости КПД и удельного расхода топлива от параметров рабочего процесса <i>ТРД</i> . Характеристика совместной работы турбины и компрессора <i>ТРД</i> . Установившиеся режимы работы <i>ТРД</i> . Неустановившиеся режимы работы <i>ТРД</i> , режимы приемистости, время приемистости. Режимы дросселирования и сброса газа. Эксплуатационные характеристики <i>ТРД</i> . Общие сведения об эксплуатационных характеристиках. Дроссельные характеристики <i>ТРД</i> номенклатура основных режимов работы. Высотные характеристики <i>ТРД</i> . Скоростные характеристики <i>ТРД</i> .	12	2
	Расчетно-практическое занятие № 10 Расчет параметров действительного цикла <i>ТРД</i> .	2	3
	Расчетно-практическое занятие № 11 Расчет высотно-скоростных характеристик <i>ТРД</i> .	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Выполнение расчета параметров действительного цикла <i>ТРД</i> .	8	3

	Выполнение расчета высотно-скоростных характеристик ТРД.		
Тема 2.4. Турбореактивные двухконтурные двигатели	Содержание учебного материала		
	Устройство и принцип работы ТРДД, преимущества ТРДД в сравнении с ТРД. Основные параметры ТРДД, принцип присоединения массы. Эффективная работа цикла ТРДД. Зависимости абсолютных и удельных параметров ТРДД от степени двухконтурности. Особенности характеристик ТРДД в сравнении с ТРД.	2	2
	Практическое занятие № 12 Расчет параметров ТРДД.	2	3
	Лабораторная работа № 4 Моделирование скоростной характеристики ТРДД.	2	
	Самостоятельная работа обучающихся Выполнение расчета параметров ТРДД. Моделирование скоростной характеристики ТРДД.	4	3
Тема 2.5. Турбовальные и турбовинтовые двигатели	Содержание учебного материала	12	
	Устройство, принцип работы и основные параметры ТВД. Действительный цикл ТВД, эффективная работа цикла ТВД. Понятие об оптимальном распределении энергии между винтом и реакцией газовой струи. Сравнительная характеристика ТРД и ТВД на стенде и в полете. Дроссельные характеристики ТВД. Высотные характеристики ТВД, понятие о высотных и невысотных турбовинтовых двигателях. Устройство, принцип работы и основные параметры ТВад. Действительный цикл ТВад, эффективная работа цикла ТВад. Дроссельные характеристики ТВад. Высотные характеристики ТВад, понятие о высотном турбовальном двигателе.	6	2
	Расчетно-практическое занятие № 13 Расчет основных параметров ТВад.	2	3
	Самостоятельная работа обучающихся Применение ТВД и ТВад на воздушных судах. Расчет основных параметров ТВад.	4	3
Раздел 3. Теория поршневых двигателей		10	
Тема 3.1. Устройство и принцип работы поршневого двигателя	Содержание учебного материала	2	
	Устройство, основные элементы их поршневого двигателя (ПД) и их взаимодействие при работе. Термины и определения, параметры поршневого двигателя. Принцип работы	2	2

	поршневого двигателя.		
Тема 3.2. Рабочий процесс поршневого двигателя	Содержание учебного материала	8	
	Индикаторная диаграмма поршневого двигателя. Влияние нагнетателя на индикаторную диаграмму. Угол опережения зажигания. Детонационное горение рабочей смеси. Диаграмма газораспределения. Фазы газораспределения.	4	2
	Практическое занятие № 14 Расчет индикаторной диаграммы.	2	3
	Самостоятельная работа обучающихся Процесс карбюрации топлива в поршневых двигателях.	2	3
Всего:		180=120(36)+60	
ЭКЗАМЕН			

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством);
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач).

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета «Теории двигателей летательных аппаратов» и лаборатории «Теории авиационных двигателей».

Оборудование учебного кабинета:

- посадочные места по количеству учащихся;
- рабочее место преподавателя;
- комплект учебно-наглядных пособий;
- электронные учебные пособия и видеоматериалы.

Технические средства обучения:

- компьютерные рабочие места учащихся в количестве равном половине численности учебной группы, с предустановленной операционной системой семейства Linux;
- компьютеризированное рабочее место преподавателя, соединенное с мультимедийным проектором с предустановленной операционной системой семейства Linux.

Оборудование лаборатории:

- макет газотурбинного двигателя с продольным разрезом;
- стенд для снятия эксплуатационной характеристики компрессора малогабаритного газотурбинного двигателя;
- стенд для исследования зависимости параметров газового потока от формы канала.

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Нормативные источники

1. ГОСТ 23851-79 Двигатели газотурбинные авиационные. Термины и определения М.: издательство стандартов, 1980
2. ГОСТ Р 53541-2009 Авиационные двигатели и их узлы. Индексы параметров состояния воздуха (газа) по сечениям проточной части авиационных двигателей и связанных с ним газовоздушных систем. – М.: Стандартинформ, 2010
3. ГОСТ 231999 – 78 Газодинамика. Буквенные обозначения основных величин. – М.: издательство стандартов, 1978

Основные источники:

1. Ловинский С. Н. Теория авиационных двигателей – М.: Транспорт, 2015
2. Мадорский Ю. В. И др. Теория авиационных двигателей ч. 1 – М.: Воздушный транспорт, 2016
3. Коробов Г. Н., Кривко А. И. Основы термодинамики – Выборг: ВАТУГА, 2015
4. Кривко А. И. Сборник задач по технической термодинамике – Выборг: ВАТУГА, 2015

Дополнительные источники:

1. Казанджан П. К., Тихонов Н. Д., Шулекин В. Т. Теория авиационных двигателей. Рабочий процесс и эксплуатационные характеристики газотурбинных двигателей – М.: Транспорт 1988
2. Нечаев Ю. Н., Федоров Р. М. Теория авиационных газотурбинных двигателей, ч. 1 – М.: Машиностроение, 1977
3. Кулагин В. В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Изд. 2 – М.: Машиностроение, 2003

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<p>Умения:</p> <p>Применять основы технической термодинамики:</p> <ul style="list-style-type: none"> - первое и второе начала термодинамики, - термодинамические процессы и циклы. 	<p>Текущий контроль:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита отчетов по лабораторным работам и практическим занятиям; - оценка заданий для внеаудиторной (самостоятельной) работы: презентаций, \ - экспертная оценка демонстрируемых умений, выполняемых действий в процессе практических занятий <p>Промежуточная аттестация: - экспертная оценка выполнения практических заданий на экзамене</p>
<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные уравнения газовой динамики, истечение газа; - теорию газотурбинных двигателей летательных аппаратов: схему устройства и принцип работы; - процессы, протекающие в элементах турбореактивных двигателей; - турбореактивные двигатели двухконтурные; - турбовинтовые двигатели; - теорию поршневых двигателей летательных аппаратов: схему устройства и принцип работы. 	<p>Текущий контроль</p> <ul style="list-style-type: none"> - письменный/устный опрос; - тестирование; - оценка результатов внеаудиторной (самостоятельной) работы (докладов, рефератов, теоретической части проектов, учебных исследований и т.д.) <p>Промежуточная аттестация в виде экзамена</p>

Рабочая программа учебной дисциплины ОП 05 «Теория двигателей летательных аппаратов» разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта и основной профессиональной образовательной программой по специальности **25.02.01 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей»**, утверждённого Приказом Министерства образования и науки РФ от 22 апреля 2014 г., № 389.

Разработчик:

Выборгский филиал
ФГБОУ ВО СПбГУ ГА
(место работы)

преподаватель
(занимаемая должность)

Н. И. Кабелев
(инициалы, фамилия)

Эксперты:

(место работы)

(занимаемая должность)

(инициалы, фамилия)

(место работы)

(занимаемая должность)

(инициалы, фамилия)

Лист согласования

Дополнения и изменения к

на _____ учебный год
В _____ внесены следующие
изменения:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

Дополнения и изменения в _____ обсуждены на
заседании Методического совета (МС) _____
« _____ » _____ 20 _____ г. протокол № _____

Председатель МС _____

/ _____ /

УТВЕРЖДЕНО

Зам по УПР _____ / _____ /