



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

(РОСАВИАЦИЯ)

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(Выборгский филиал СПбГУ ГА)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор Филиала

А.Ю. Маёров
А.Ю. Маёров

«25» апреля 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ОП.05. ТЕОРИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ**

название дисциплины

25.02.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

(код, наименование специальности)

очная

(форма обучения)

2022 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


Цикловой комиссией общепрофессиональных дисциплин Филиала

Протокол № 5 от 21 марта 2022

Председатель ЦК Бочарова Л.В.

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по учебно-воспитательной работе

 И.И. Медведева

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Паспорт рабочей программы учебной дисциплины.....	4
2. Структура и содержание учебной дисциплины.....	5
3. Условия реализации учебной дисциплины.....	12
4. Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины.....	13

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 общепрофессиональных дисциплин

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 формируемых компетенций

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 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 189 часов, в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 126 часов;
- самостоятельной работы обучающегося 63 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)	189
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	126
в том числе:	
лабораторные работы	6
практические занятия	30
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	60
в том числе:	
- работа с историческими аспектами развития авиационных двигателей;	5
- знакомство с перспективными авиационными двигателями;	5
- расчет основных параметров рабочего цикла газотурбинных двигателей (ГТД);	10
- выполнение расчетно-графических работ;	10
- обработка результатов лабораторных работ и оформление отчетов;	15
- изучение основной и дополнительной литературы.	15
Промежуточная аттестация в форме экзамена	

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

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Коды компетенций ПК
1	2	3	4
Введение	Общие сведения о преобразовании энергии. Понятие о силовой установке. Тепловые двигатели и их классификация. Газотурбинные двигатели.	4	2.4 2.5
Раздел 1. Основы технической термодинамики и газовой динамики		67	
Тема 1.1. Первый закон термодинамики и термодинамические процессы	Содержание учебного материала 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	2.4
	Практическое занятие Решение задач по теме 1.1.	2	2.4
	Расчетно-практическое занятие «Расчет и анализ основных термодинамических процессов».	2	2.4 2.5
	Самостоятельная работа обучающихся Работа с электронными источниками информации. Решение задач на тему первый закон термодинамики. Расчет и анализ основных термодинамических процессов.	8	1.3 2.4 2.5
Тема 1.2. Второй закон термодинамики и термодинамические циклы	Содержание учебного материала Понятие о естественных и неестественных тепловых процессах. Понятие о термодинамических циклах. Прямой термодинамический цикл. Идеальный цикл Карно. Физическая сущность и формулировки 2-го закона термодинамики.	6	2.4 2.5

	Идеальные циклы тепловых двигателей. Идеальный цикл Отто. Идеальный цикл Брайтона.		
	Лабораторная работа № 1 «Исследование идеальных циклов с подводом тепла при постоянном давлении и постоянном объеме».	2	2.4 2.5
	Расчетно-практическое занятие «Идеальные термодинамические циклы».	2	2.4
	Самостоятельная работа обучающихся Работа с электронными источниками информации. Исследование идеальных циклов с подводом тепла при постоянном давлении и постоянном объеме (отчет по ЛР № 1). Идеальные термодинамические циклы.	6	2.4 2.5
Тема 1.3. Основы газовой динамики	Содержание учебного материала Основные свойства движущегося газа. Скорость звука и число Маха. Внешние и внутренние воздействия на газовый поток. Виды энергии движущегося газа. Работа движущегося газа.	4	2.4
	Самостоятельная работа обучающихся Зависимость скорости звука и числа Маха от высоты полета.	3	2.5
Тема 1.4. Основные уравнения газовой динамики	Содержание учебного материала Уравнение неразрывности газового потока. Уравнение сохранения энергии газового потока. Параметры заторможенного потока. Обобщенное уравнение Бернулли. Уравнение Эйлера о количестве движения.	4	2.4 2.5
	Практическое занятие Применение уравнение газовой динамики в основных элементах ГТД.	2	2.4
	Практическое занятие Решение задач по теме 1.4.	2	2.4 2.5
	Самостоятельная работа обучающихся Применение уравнение газовой динамики для потока газа.	4	2.4
Тема 1.5. Течение газа в реактивных соплах	Содержание учебного материала Понятие о реактивном сопле: рабочий процесс и основные параметры сопла. Профилирование реактивных сопел. Скорость истечения газа из сопла. Критические параметры газа и критическая степень понижения давления.	4	1.3 2.4 2.5
	Комбинированное занятие Расход газа через сопло, понятие о запирации сопла.	2	2.4 2.5

	Режимы работы дозвуковых и сверхзвуковых сопел.		
	Лабораторная работа № 2 «Определение экспериментальным путем связи между формой канала и параметрами потока».	2	2.4 2.5
	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	1.3 2.5
Раздел 2. Теория авиационных газотурбинных двигателей		104	
Тема 2.1. Устройство и принцип работы ГТД	Содержание учебного материала Устройство и принцип работы газогенератора. Классификация ГТД по способу создания силы тяги. Основные элементы и принципиальные схемы: <i>ТРД, ТВад, ТВД и ТРДД</i> . Понятие об абсолютных и удельных параметрах ГТД.	4	1.3 2.4 2.5
	Практическое занятие Построение графических схем ГТД в соответствии с ГОСТ Р 53541-2009.	2	2.4 2.5
	Самостоятельная работа обучающихся Работа с дополнительной литературой по применению различных типов ГТД на воздушных судах.	2	2.5
Тема 2.2. Процессы, протекающие в основных узлах ГТД		50	
2.2.1 Рабочий процесс в воздухозаборниках	Содержание учебного материала Назначение и общая характеристика воздухозаборников. Устройство и работа дозвукового воздухозаборника. Принцип работы сверхзвуковых воздухозаборников. Режимы работы и принципы регулирования сверхзвукового воздухозаборника.	2	2.4 2.5
	Лабораторная работа № 3 «Моделирование работы воздухозаборника на различных скоростях полета».	2	2.4 2.5
	Самостоятельная работа обучающихся Оформление результатов моделирования работы воздухозаборника на различных скоростях.	4	2.4
2.2.2 Рабочий процесс в компрессорах	Содержание учебного материала 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	14	1.3 2.4 2.5

	<p>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.</p> <p>Устройство и работа центробежных и комбинированных компрессоров.</p> <p>Эксплуатационные характеристики компрессора. Назначение и порядок снятия характеристик. График и анализ характеристики. Приведение характеристик к стандартным атмосферным условиям.</p> <p>Расчетные и нерасчетные режимы работы компрессора. Помпаж компрессора.</p>		
	<p>Практическое занятие</p> <p>Расчет параметров компрессора.</p>	2	2.4
	<p>Самостоятельная работа обучающихся</p> <p>Построение и анализ эксплуатационной характеристики компрессора. Расчет параметров компрессора при различных полетных условиях.</p>	8	2.5
2.2.3. Рабочий процесс в камерах сгорания	<p>Содержание учебного материала</p> <p>Общие сведения о горении углеводородного топлива. Факторы, влияющие на скорость и полноту сгорания. Общая характеристика камеры сгорания.</p> <p>Организация рабочего процесса в камерах сгорания. Эксплуатационные характеристики камер сгорания.</p>	4	1.3 2.4 2.5
	<p>Самостоятельная работа обучающихся</p> <p>Эмиссионные камеры сгорания.</p>	2	2.5
2.2.4. Рабочий процесс в газовых турбинах	<p>Содержание учебного материала</p> <p>Назначение и общая характеристика газовых турбин. Устройство и работа реактивной ступени газовой турбины.</p> <p>Основные параметры ступени газовой турбины. Факторы, влияющие на КПД ступени. Многоступенчатые турбины.</p>	4	1.3 2.4 2.5
	<p>Практическое занятие</p> <p>Расчет основных параметров камер сгорания и газовых турбин.</p>	2	2.4
	<p>Самостоятельная работа обучающихся</p> <p>История появления и развития газовых турбин.</p>	4	2.5
2.2.5. Рабочий процесс в выходных устройствах	<p>Содержание учебного материала</p> <p>Назначение и общая характеристика выходных устройств. Устройство и работа дозвуковых и сверхзвуковых выходных устройств. Назначение и способы регулирования реактивных сопел.</p>	2	2.4 2.5

Тема 2.3. Турбореактивные двигатели	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	1.3 2.4 2.5
	Практическое занятие Расчет параметров действительного цикла <i>ТРД</i> .	4	2.4
	Самостоятельная работа обучающихся Снятие эксплуатационных характеристик <i>ТРД</i> при испытаниях двигателя. Приведенные параметры.	8	2.4
	Тема 2.4. Турбореактивные двухконтурные двигатели	Содержание учебного материала Устройство и принцип работы <i>ТРДД</i> , преимущества <i>ТРДД</i> в сравнении с <i>ТРД</i> . Основные параметры <i>ТРДД</i> . Эффективная работа цикла <i>ТРДД</i> . Зависимости абсолютных и удельных параметров <i>ТРДД</i> от степени двухконтурности.	2
	Комбинированное занятие Особенности характеристик <i>ТРДД</i> в сравнении с <i>ТРД</i>	2	2.4 2.5
	Практическое занятие Расчет параметров <i>ТРДД</i> .	2	2.4 2.5
	Самостоятельная работа обучающихся Применение <i>ТРДД</i> и <i>ТРД</i> на воздушных судах.	2	2.4

Тема 2.5. Турбовальные и турбовинтовые двигатели	Содержание учебного материала 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.	6	1.3 2.4 2.5
	Комбинированное занятие Высотные характеристики ТВад, понятие о высотном турбовальном двигателе.	2	2.4 2.5
	Практическое занятие Расчет основных параметров ТВад.	2	2.4 2.5
	Самостоятельная работа обучающихся Расчет основных параметров ТВад. Применение ТВД и ТВад на воздушных судах.	4	1.3 2.4 2.5
Раздел 3. Теория поршневых двигателей		14	
Тема 3.1. Устройство и принцип работы поршневого двигателя	Содержание учебного материала Устройство, основные элементы поршневого двигателя (ПД) и их взаимодействие. Термины и определения, параметры поршневого двигателя. Принцип работы поршневого двигателя. Силы, действующие на элементы на ЦПГ и КШМ.	6	1.3 2.4 2.5
Тема 3.2. Рабочий процесс поршневого двигателя	Содержание учебного материала Индикаторная диаграмма поршневого двигателя. Применение нагнетателя в поршневых двигателях. Угол опережения зажигания. Детонационное горение рабочей смеси. Диаграмма газораспределения. Фазы газораспределения.	4	2.4 2.5
	Самостоятельная работа обучающихся Процесс карбюрации топлива в поршневых двигателях.	4	2.5
Всего:		189	
экзамен			

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 газоздушных систем. – М.: Стандартинформ, 2010.
3. ГОСТ 231999 – 78 Газодинамика. Буквенные обозначения основных величин. – М.: издательство стандартов, 1978.

Основные источники:

1. Ловинский С. И. Теория авиационных двигателей – М.: Альянс, 2018.

2. Гарькавый А.А. Двигатели летательных аппаратов – М.: Альянс, 2019.

Дополнительные источники:

1. Коробов Г. Н., Кривко А. И. Основы термодинамики – Выборг: ВАТУГА, 2006.
2. Кривко А. И. Сборник задач по технической термодинамике – Выборг: ВАТУГА, 1999.
3. Коробов Г. Н. Основы теплового и поверочных расчетов узлов авиационных ГТД (Методические указания по выполнению курсового проекта) - Выборг: ВАТУГА, 2006.
4. Казанджан П. К., Тихонов Н. Д., Щулекин В. Т. Теория авиационных двигателей. Рабочий процесс и эксплуатационные характеристики газотурбинных двигателей – М.: Транспорт 1988.
5. Нечаев Ю. Н., Федоров Р. М. Теория авиационных газотурбинных двигателей, ч. 1 – М.: Машиностроение, 1977.
6. 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
Умения:	Текущий контроль результатов деятельности студентов: - выполнение и защита внеаудиторной самостоятельной работы и индивидуальных заданий; - оценка за отчёты по лабораторным и практическим работам; - текущий контроль в форме оценки устных ответов; - тестирование, - защита индивидуальных заданий.
Применять основы технической термодинамики: - первое и второе начала термодинамики, - термодинамические процессы и циклы.	
Знания:	Промежуточная аттестация в форме экзамена
- основные уравнения газовой динамики, истечение газа; - теорию газотурбинных двигателей летательных аппаратов: схему устройства и принцип работы;	

<ul style="list-style-type: none"> - процессы, протекающие в элементах турбореактивных двигателей; - турбореактивные двигатели двухконтурные; - турбовинтовые двигатели; - теорию поршневых двигателей летательных аппаратов: схему устройства и принцип работы. 	
--	--

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности **25.02.01. Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей**

Разработчики:

Выборгский филиал ГУГА преподаватель Н. И. Кабелев
(место работы) (занимаемая должность) (инициалы, фамилия)

Эксперты:

_____	_____	_____
(место работы)	(занимаемая должность)	(инициалы, фамилия)
_____	_____	_____
(место работы)	(занимаемая должность)	(инициалы, фамилия)