



**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.07. ОСНОВЫ КОНСТРУКЦИИ 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.....	3
2. Структура и содержание учебной дисциплины.....	4
3. Условия реализации учебной дисциплины.....	15
4. Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины.....	18

# **1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ОПД.07 Основы конструкции 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:**

- рассчитывать силы, действующие на элементы конструкции двигателей летательных аппаратов.

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

- основы конструкции газотурбинных двигателей летательных аппаратов;
- основные конструктивные элементы: входное устройство, компрессоры, камеры сгорания, газовые турбины, выходные и реверсивные устройства и другие, их разновидности, сравнительный анализ, принципы работы;
- силовые схемы и роторы;
- основные системы: смазки, топливопитания, управления, пусковые и другие, их разновидности, сравнительный анализ, принципы работы;
- основы конструкции поршневых двигателей.

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

ПК 1.3. Обеспечивать безопасность, регулярность и экономическую эффективность авиаперевозок на этапе технического обслуживания.

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 251 часа, в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 168 часов;
- самостоятельной работы обучающегося 84 часов.

**2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов</b>
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>252</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>168</b>
в том числе:	
— лабораторные работы и практические занятия	<b>64</b>
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	<b>84</b>
в том числе:	
- работа с историческими аспектами развития авиационных двигателей;	8
- знакомство с перспективными авиационными двигателями;	8
- расчет усилий, действующих на элементы конструкции двигателей летательных аппаратов (ГТД);	14
- построение принципиальных графических схем систем ГТД;	10
- обработка результатов лабораторных работ и расчетно-практических занятий, оформление отчетов;	14
- структура и устройство регуляторов автоматических систем;	4
- изучение основной и дополнительной литературы;	12
- самостоятельная работа над курсовой работой.	14
Промежуточная аттестация в форме: дифференцированного зачета и экзамена	

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины:

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Коды компетенций
1	2	3	4
<b>Введение</b>	<p><b>Содержание учебного материала</b>                      Требования, предъявляемые к авиационным двигателям.                      Классификация и области применения авиационных двигателей.                      Основные параметры ГТД и их развитие.                      Критерии надежности авиадвигателей и пути ее повышения.</p>	<b>2</b>	ПК 1.3, 2.4, 2.5
<b>Раздел 1. Основы конструкции и прочности ГТД</b>		<b>108</b>	
<b>Тема 1.1. Силовые системы ГТД</b>	<p><b>Содержание учебного материала</b>                      Понятие о силовых факторах, действующих на силовую конструкцию: виды деформаций, вызываемых действием силовых факторов.                      Классификация усилий, действующих в ГТД. Газовые силы в ГТД, баланс газовых сил в ТРД и ТВД.                      Массовые силы: силы тяжести, силы инерции, центробежные силы, гироскопический момент. Температурные нагрузки.                      Силовые системы роторов ГТД: основные элементы и типы роторов, действующие нагрузки, силовые системы одновальных и двухвальных роторов. Соединительные муфты. Поперечные колебания и критическая частота вращения роторов.                      Конструктивные особенности «жестких» и «гибких» роторов.                      Уравновешивание роторов: основные причины и последствия неуравновешенности роторов, типы неуравновешенности роторов, статическая балансировка роторов, динамическая балансировка роторов.                      Силовые системы корпусов: назначение и основные элементы, действующие нагрузки, типы силовых систем и их сравнительная характеристика.</p>	<b>26</b> 2  2  2  2  2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<p><b>Лабораторная работа № 1</b>                      Экспериментальное определение критической частоты вращения 2х-опорного ротора</p>	2	ПК 2.4,
	<p><b>Лабораторная работа № 2</b>                      Статическая и динамическая балансировка ротора ГТД</p>	2	ПК 2.4,
	<p><b>Расчетно-практическое занятие № 1</b>                      Определение величин газовых и массовых сил в ГТД</p>	2	ПК 2.4,

	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Оформление результатов лабораторных работ и составление отчетов. Выполнение задания по расчету осевых и газовых сил в ГТД	8	ПК 1.3, 2.4, 2.5
<b>Тема 1.2. Компрессоры</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Назначение, основные параметры, предъявляемые требования. Типы, конструктивные схемы и их сравнительная характеристика.	<b>28</b> 2	ПК 1.3, 2.5
	Роторы осевых компрессоров: действующие нагрузки, требования к конструкции, типы роторов и их сравнительная характеристика; блиски, применяемые материалы.	2	
	Конструкция барабанных роторов. Конструкция дисковых роторов. Конструкция роторов барабанно-дискового типа.	2	
	Рабочие лопатки компрессоров: основные элементы, предъявляемые требования, геометрические характеристики. Нагрузки, действующие на рабочую лопатку, расчет на прочность лопаток и их хвостовиков, применяемые материалы. Разгрузка лопаток от действия газовой силы. Способы крепления и осевой фиксации рабочих лопаток.	2	
	Колебания рабочих лопаток: причины, виды и формы колебаний, факторы, влияющие на частоту колебаний, резонанс колебаний, способы уменьшения вибрационных нагрузок.	2	
	Статоры осевых компрессоров: основные элементы, действующие нагрузки. Конструкция корпусов компрессоров и направляющих аппаратов.	2	
	Зазоры и уплотнения в проточной части компрессора. Противообледенительные и защитные устройства компрессоров.	2	
	Особенности конструкции центробежных компрессоров.	2	
<b>Практическое занятие</b> Устройства, обеспечивающие устойчивую работу компрессора. Анализ характерных неисправностей компрессоров.	2	ПК 2.4,	
<b>Лабораторная работа № 3</b> Экспериментальное определение частот и форм собственных колебаний лопаток.	2	ПК, 2.4,	
<b>Расчетно-практическое занятие № 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Расчет на прочность хвостовика типа «ласточкин хвост».</li> <li>• Расчет рабочих лопаток на прочность.</li> </ul>	2	ПК 2.4,	
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Оформление результатов лабораторной работы и составление отчета. Выполнение задания по расчету прочности рабочих лопаток и хвостовиков крепления.	6	ПК 1.3, 2.4, 2.5	

<b>Тема 1.3. Газовые турбины</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Назначение, основные параметры турбин и предъявляемые требования. Типы и конструктивные схемы турбин. Роторы турбин: состав и действующие нагрузки. Типы роторов и их сравнительная характеристика. Конструкция валов и дисков, применяемые материалы. Способы соединения дисков с валом и между собой. Рабочие лопатки турбин: основные элементы, геометрические характеристики, действующие нагрузки, применяемые материалы. Крепление и осевая фиксация рабочих лопаток. Статоры турбин: условия работы, применяемые материалы. Конструкция корпусов турбин. Условия работы и конструкция сопловых аппаратов, применяемые материалы. Охлаждение турбин: назначение и типы систем охлаждения, способы охлаждения дисков и корпусов, способы охлаждения турбинных лопаток, особенности конструкции охлаждаемых рабочих лопаток.	<u>18</u> 2 2 2 2 2	ПК 2.5
	<b>Практическое занятие</b> • Зазоры и уплотнения в проточной части турбины. • Анализ характерных неисправностей газовых турбин.	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Выполнение задания по расчету усилий, действующих на ротор турбины	4	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Содержание учебного материала</b> Назначение, основные параметры, предъявляемые требования. Действующие нагрузки, применяемые материалы. Типы камер сгорания и их сравнительная характеристика. Конструкция корпусов и диффузоров камер сгорания. Жаровые трубы: конструкция, охлаждение и крепление.	<u>16</u> 2 2 2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Анализ характерных неисправностей камер сгорания.	2	ПК 1.3,
<b>Расчетно-практическое занятие № 4</b> • Расчет теплонапряженности камеры сгорания. • Расчет на прочность наружного корпуса камеры сгорания от напряжений растяжения от действия избыточного давления.	2	ПК 1.3,	
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Выполнение расчетов параметров камеры сгорания, изучение эмиссионных камер сгорания	6	ПК 1.3, 2	
<b>Тема 1.5. Выходные</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<u>10</u>	ПК 1.3, 2.4,

<b>устройства</b>	Назначение, типы выходных устройств и предъявляемые требования. Нагрузки, действующие на элементы выходного устройства. Применяемые материалы.	2	2.5
	Конструкция нерегулируемых и регулируемых выходных устройств. Реверсивные устройства и девиаторы тяги. Снижение уровня шума в ГТД	2	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Типы реактивных сопел. Выполнение расчета параметров реактивных сопел	6	ПК 1.3, 2.4, 2.5
<b>Тема 1.6. Опоры роторов</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Назначение, типы и основные элементы узлов опор роторов. Типы подшипников качения. Крепление и осевая фиксация подшипников в жестких и упругих опорах. Смазка и охлаждение подшипников опор. Уплотнения опор: назначение и типы уплотнений, способы создания перепадов давлений на опорах. Конструкция кольцевых и графитовых уплотнений. Устройство и принцип действия бесконтактных уплотнений. Особенности конструкции упругих и упруго-демпферных опор. Анализ характерных неисправностей опор.	<b>16</b> 2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Изучение конструкции уплотнений опор на макетах и чертежах двигателей.	2	ПК 1.3,
	<b>Практическое занятие</b> Изучение конструкции и способов демпфирования критических колебаний роторов.	2	ПК 1.3,
	<b>Практическое занятие</b> Анализ характерных неисправностей опор роторов ГТД.	2	ПК 1.3,
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Изучение конструктивных решений по выполнению опор изучаемых двигателей и способов создания перепадов давлений на них	4	ПК 1.3, 2.4, 2.5

1	2	3	4
	<b>Дифференцированный зачет</b>	<b>2</b>	
	<b>Раздел 2. Основные системы ГТД</b>	<b>50</b>	
<b>Тема 2.1. Масляные системы ГТД</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Общая характеристика масляных систем: назначение масляных систем, предъявляемые требования, функции смазки, применяемые сорта масел. Термины и определения: абсолютный и циркуляционный расходы масла. Назначение, структура и функционирование основных магистралей: магистраль всасывания (подпитки), магистраль нагнетания, магистраль откачки, магистрали суфлирования. Типы и сравнительные характеристики циркуляционных масляных систем: одноконтурные системы, короткозамкнутые системы, двухконтурные системы. Шестеренные масляные насосы. Редукционные клапаны: назначение, конструкция и работа. Высотность масляных систем. Запорные и перепускные клапаны. Масляные фильтры и очистители. Системы суфлирования: назначение, принципиальные схемы. Центробежные суфлеры и воздухоотделители: назначение, устройство и работа.	<b>18</b> 2  2  2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Анализ характерных неисправностей: падение давление масла в системе, выбивание масла из опор, повышенная температура масла, коксование каналов подвода масла, стружка и осадки посторонних примесей в масле.	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Расчет и подбор масляных фильтров	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Расчетно-практическое занятие № 6</b> Расчет производительности шестеренных масляных насосов	2	ПК 2.4,
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Выполнение расчетов фильтров и шестеренных насосов, изучение приборов контроля за работой масляных систем	6	ПК 1.3, 2.4, 2.5

1	2	3	4
<b>Тема 2.2. Системы топливопитания ГТД</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Общая характеристика топливных систем: назначение, предъявляемые требования, применяемые сорта топлива, основные части системы и их назначение. Структура и принцип работы основных магистралей системы топливопитания: магистрали низкого давления, магистрали высокого давления, магистрали пускового топлива, магистрали дренажа. Топливные насосы высокого давления: шестеренчатые насосы, нерегулируемые и регулируемые плунжерные насосы, центробежные насосы, производительность насосов. Топливные насосы низкого давления (подкачивающие насосы): назначение, типы и их характеристика. Топливные фильтры: назначение, типы и их характеристика. Топливные форсунки: назначение, типы и их характеристика. Центробежные топливные форсунки: назначение, устройство и работа. Дроссельные краны: назначение, устройство и работа.	<b>20</b> 2 2 2 2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Структурные схемы основных магистралей ТС: <ul style="list-style-type: none"> <li>• магистрали низкого давления;</li> <li>• магистрали высокого давления;</li> <li>• магистрали пускового топлива;</li> <li>• магистрали дренажа.</li> </ul>	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Общие сведения о системах регулирования подачи топлива: с насосами нерегулируемой производительности, с насосами регулируемой производительности. Анализ характерных неисправностей топливных систем.	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Расчетно-практическое занятие № 10</b> Расчет производительности топливных насосов и форсунок.	2	ПК 2.4,
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Расчет производительности топливных насосов и форсунок, изучение принципиальных схем систем топливопитания изучаемых двигателей.	6	ПК 1.3, 2.4, 2.5

1	2	3	4
<b>Тема 2.3. Системы запуска ГТД</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Общая характеристика систем запуска: назначение и предъявляемые требования, типовая структура системы, типы систем запуска и их сравнительная характеристика. Пусковая характеристика ГТД. Конструкция и работа основных агрегатов систем запуска: электрические и воздушные пусковые устройства, агрегаты зажигания и запальные свечи, программные механизмы.	<u>12</u> 2  2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Работа системы запуска: при запуске, ложном запуске, холодной прокрутке. Анализ причин неудавшегося запуска.	2 2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Изучение общего устройства программного управления панели запуска ГТД.	4	ПК 1.3, 2.4, 2.5
<b>Раздел 3. Конструкция поршневых двигателей</b>		<b>48</b>	
<b>Тема 3.1. Устройство и общая характеристика поршневых двигателей</b>	<b>Содержание учебного материала</b> <b>Тема 3.1. Устройство и общая характеристика поршневых двигателей</b> Классификация поршневых авиационных двигателей. Устройство, основные узлы поршневого двигателя. Параметры поршневого двигателя.	<u>8</u> 2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> История развития и применения ПД в авиации. Типы ПД	6	ПК 1.3, 2.4, 2.5
<b>Тема 3.2. Конструкция узлов поршневого двигателя</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>14</b>	
	<b>Практическое занятие</b> Изучение деталей ЦПГ. Техническое обслуживание ЦПГ.	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Изучение деталей КШМ. Техническое обслуживание КШМ.	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Изучение деталей МГР. Техническое обслуживание МГР.	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Проведение регулировочных работ: <ul style="list-style-type: none"> <li>• регулирование зазоров поршневых колец;</li> <li>• регулирование фаз газораспределения.</li> </ul>	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Изучение конструкции рядных двигателей. МГР с регулируемыми фазами	6	ПК 1.3, 2.4, 2.5

	газораспределения		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Тема 3.3. Системы смазки поршневых двигателей</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Общая характеристика масляных систем поршневых двигателей: назначение масляных систем, предъявляемые требования, функции смазки, применяемые сорта масел. Конструкция основных элементов масляной системы. Циркуляция масла в двигателе	<b><u>10</u></b> 2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Изучение агрегатов МС.	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Регулирование давления масла в системе. Техническое обслуживание системы смазки.	2	ПК 1.3, 2.4, 2.
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Изучение масляных систем конкретных поршневых двигателей	4	ПК 1.3, 2.4, 2.5
<b>Тема 3.4. Системы топливопитания поршневых двигателей</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Система топливопитания на основе карбюраторов: карбюрация топлива, элементарный эмульсионный карбюратор и его подсистемы. Системы топливопитания поршневых двигателей с внутренним смесеобразованием. Топливные насосы низкого и высокого давления. Топливные форсунки	<b><u>8</u></b> 2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Расчетно-практическое занятие № 11</b> Расчет производительности топливных насосов и форсунок	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> Типы систем топливопитания с внутренним смесеобразованием: моно впрыск, распределенный впрыск, непосредственный впрыск	4	ПК 1.3, 2.4, 2.5
<b>Тема 3.5. Системы зажигания и запуска поршневых двигателей</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Назначение и состав системы зажигания. Устройство и работа магнето. Запальные свечи. Система запуска: назначение и типы. Электрические стартеры прямого действия и инерционного типа.	<b><u>8</u></b> 2  2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> Регулирование угла опережения зажигания.	4	ПК 1.3, 2.4, 2.5
<b>Раздел 4. Основы управления авиационных двигателей</b>		<b>38</b>	
<b>Тема 4.1 Газотурбинные двигатели, как объекты автоматического</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Понятие об автоматическом регулировании и управлении. Типы автоматических систем управления и регулирования (САУ и САР). Типовая	<b><u>12</u></b> 2	ПК 1.3, 2.4, 2.5

<b>управления и регулирования</b>	структура системы автоматического регулирования. Статические свойства САР. Динамические свойства САР. Газодинамическая характеристика ГТД как объекта управления (регулирования): параметры режимов, возмущающие и регулирующие воздействия, регулируемые и ограничиваемые параметры. Динамические свойства ГТД по частоте вращения, понятие о собственной устойчивости двигателя. Системы регулирования ТРД и ТРДД. Системы регулирования высотных и невысотных ТВД. Системы регулирования вертолетных ТВД со свободной турбиной.	2	
	<b>Практическое занятие № 1</b> «Построение графических схем автоматических систем различной структуры».	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Самостоятельная работа</b> Работа с электронными источниками информации. Построение графических схем автоматических систем различной структуры. Работа с историческими аспектами развития автоматических систем.	4	ПК 1.3, 2.4, 2.5
<b>Тема 4.2</b> <b>Основные элементы автоматических устройств</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Назначение, типовая структура и классификация датчиков. Датчики частоты вращения. Датчики давления. Датчики температуры. Датчики мгновенного расхода топлива. Назначение, структура сервомеханизмов. Поршневые исполнительные элементы. Управляющие элементы золотникового типа. Управляющие элементы типа "сопло-заслонка". Дозирующие устройства автоматических систем.	<u>12</u> 2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие № 5</b> «Изучение регуляторов, установленных на макетах авиационных двигателей».	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Самостоятельная работа</b> Структура и устройство регуляторов автоматических систем.	4	ПК 1.3, 2.4, 2.5

<b>Тема 4.3</b> <b>Системы регулирования подачи топлива</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Регуляторы постоянной подачи топлива. Автоматы дозировки топлива. Системы регулирования процессов приемистости и запуска. Систем ограничения нерегулируемых параметров в ГТД. Ограничители максимального и минимального расхода топлива. Ограничители приведенной частоты вращения.	<b><u>10</u></b>  2  2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Практическое занятие</b> «Изучение систем регулирования расхода топлива на макетах двигателей».	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Самостоятельная работа</b> Ограничение основных параметров ГТД для обеспечения безопасности полетов.	4	ПК 1.3, 2.4, 2.5
<b>Тема 4.4</b> <b>Электронные автоматические системы управления ГТД</b>	<b>Содержание учебного материала</b> Задачи, решаемые электронными автоматическими системами. Аналоговые и дискретные цифровые САУ. Взаимодействие электронных блоков управления с гидромеханическими и пневматическими элементами САУ. Электронные системы управления двигателем с полной ответственностью типа «FADEC» (FADEC – Full Authority Digital Engine Control).	<b><u>4</u></b> 2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Самостоятельная работа</b> Оформление отчетов по практическим, расчетным заданиям. Подготовка к экзамену	2	ПК 1.3, 2.4, 2.5
	<b>Всего</b>	<b>252</b>	
<b>ЭКЗАМЕН</b>			

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета «Теория и основы конструкции авиационных двигателей» и лаборатории «Теория и основы конструкции 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 определения критической частоты вращения 2-х опорного ротора.
- Стенд для статической и динамической балансировки ротора.
- Стенд для определения частот и форм собственных колебаний лопаток.

#### **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.: Стандартиформ, 2010.
3. ГОСТ 231999 – 78 Газодинамика. Буквенные обозначения основных величин. – М.: издательство стандартов, 1978.
4. ГОСТ 17106-90 Двигатели газотурбинные авиационные. Понятия, состав и контроль массы – М.: Издательство стандартов, 1990.
5. ГОСТ 26382-84 Двигатели газотурбинные гражданской авиации. Допустимые уровни вибрации и общие требования к контролю вибрации - М.: Издательство стандартов, 1985.
6. ГОСТ Р 55231-2012 Системы автоматического регулирования частоты вращения (САРЧ) судовых, тепловозных и промышленных двигателей внутреннего сгорания. Общие технические условия – М.: издательство стандартов, 2013.

Основные источники:

1. Данилейко Г. И. и др. Основы конструкции авиационных двигателей. – изд.3, М.: Альянс, 2017, 295 с.
2. Парипса В.Г. Основы конструкции двигателей летательных аппаратов. Методические указания по изучению курса, изд.3-е, Егорьевск, 2017.

Дополнительные источники:

3. Григорьев, В. А. Основы доводки авиационных ГТД : учебное пособие / В. А. Григорьев, С. П. Кузнецов, В. Т. Шепель. — 2-е изд. — Москва : Машиностроение, 2017. — 191 с. — ISBN 978-5-9909601-3-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107151>

### Интернет-ресурсы

1. Двигатель вертолета [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://avia.pro/blog/dvigatel-vertoleta>, свободный.
2. Авиационный двигатель [Электронный ресурс] – режим доступа: [https://bigenc.ru/technology\\_and\\_technique/text/4008614](https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4008614), свободный.
3. Турбовинтовой двигатель [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://avia-simply.ru/turbovintovoj-dvigatel/>, свободный.
4. Реактивный двигатель [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://militaryarms.ru/novye-texnologii/reaktivnyj-dvigatel/>, свободный

#### 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.

<b>Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки результатов обучения</b>
<b>Умения:</b>	<b>Текущий контроль результатов деятельности студентов:</b>
- рассчитывать силы, действующие на элементы конструкции двигателей летательных аппаратов. - определять статические и динамические свойства систем автоматического регулирования авиационных двигателей.	- выполнение и защите внеаудиторной самостоятельной работы и индивидуальных заданий; - оценка за отчёты по лабораторным и практическим работам; - текущий контроль в форме оценки устных ответов;
<b>Знания:</b>	- тестирование, - защита индивидуальных заданий, - защита курсовой работы.
- основы конструкции газотурбинных двигателей летательных аппаратов; - основные конструктивные элементы: входное устройство, компрессоры, камеры сгорания, газовые турбины, выходные и реверсивные устройства и другие, их разновидности, сравнительный анализ, принципы работы; - силовые схемы и роторы; - основные системы: смазки, топливопитания, управления, пусковые и другие, их разновидности, сравнительный анализ, принципы работы; - основы конструкции поршневых двигателей. - структуру систем автоматического регулирования; - программы регулирования авиационных газотурбинных двигателей.	Промежуточная аттестация в форме экзамена.

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

**Разработчики:**

преподаватель высшей квалификационной категории Н. И. Кабелев,  
Выборгский филиал «ФБГОУ ВО «СПбГУ ГА»

**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 Педагогического совета(ПЦК) \_\_\_\_\_ )

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г. протокол № \_\_\_\_\_

Секретарь Педагогического совета \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

**УТВЕРЖДЕНО**

Зам по УР(УПР) \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

