

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уфимский государственный авиационный технический университет»  
Уфимский авиационный техникум



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

А. Н. Елизарьев

«10» июня 2021г.

Рабочая программа учебной дисциплины

**ОП. 05 Термогазодинамика**

Наименование специальности

**24.02.02 Производство авиационных двигателей**

Квалификация выпускника

**Техник**

Базовая подготовка  
Форма обучения: очная

Уфа, 2021

Рабочая программа разработана на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 24.02.02 Производство авиационных двигателей, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21 апреля 2014 г. N 363.

Организация-разработчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» Уфимский авиационный техникум

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
<b>1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	3
<b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	5
<b>3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	9
<b>4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	10
<b>5. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ</b>	13
<b>6. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ (ОВЗ)</b>	15

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

## **Термогазодинамика**

### **1.1. Область применения программы**

Программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена (далее – ППССЗ) в соответствии с ФГОС СПО по специальности 24.02.02 Производство авиационных двигателей.

### **1.2. Место дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена:**

Дисциплина относится к общепрофессиональным дисциплинам и входит в профессиональный учебный цикл ППССЗ по специальности 24.02.02 Производство авиационных двигателей.

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

В результате освоения основной части учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

— анализировать и исследовать термодинамические процессы и процессы истечения газа из сопла.

В результате освоения основной части учебной дисциплины обучающийся должен знать:

— законы термодинамики, газовой динамики.

Техник должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

Техник должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

ПК 1.3.Выполнять типовые и специальные расчеты.

ПК 1.6.Участвовать в испытаниях опытных образцов изделий, узлов, систем, оформлении результатов испытаний.

### **1.4. Рекомендуемое количество часов на освоение программы дисциплины:**

максимальной учебной нагрузки обучающегося 141 часа, в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 94 часа;

самостоятельной работы обучающегося 47 часов;

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	<i>Объем часов</i>
	<i>3 семестр</i>
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>141</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>94</b>
в том числе:	
лекции	66
практические занятия	22
лабораторные занятия	6
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	<b>47</b>
<i>Форма промежуточной аттестации - экзамен</i>	

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины Термогазодинамика

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работ (проект) (если предусмотрены)	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
<b>Введение Цель, задачи дисциплины. Из истории.</b>		<b>1</b>	
<b>Раздел 1. Основы термодинамики</b>		<b>80</b>	
Тема 1.1 Основные понятия, физическое состояние вещества. Законы идеальных газов	Содержание учебного материала	14	
	1   Содержание термодинамики.	5	1
	2   Виды агрегатного состояния тел.		2
	3   Законы идеальных газов		2
	Практические занятия.	2	
	1   Определение параметров газов.		
	Самостоятельная работа Физический смысл газовой постоянной	5	
Тема 1.2 Смеси жидкостей пара и газов	Содержание учебного материала	<b>10</b>	
	1   Чистые вещества и смеси. Схемы смешения. Закон Дальтона.	6	1
	Практические занятия.	2	
	1   Определение параметров смеси.		
	Самостоятельная работа Определение температуры смеси, объема и кажущейся молекулярной массы.	2	
Тема 1.3 Теплоемкость вещества	Содержание учебного материала	<b>10</b>	
	1   Теплоемкость вещества. Определение истинных и средних теплоемкостей.	4	1
	2   Теплоемкость смеси.		
	Практические занятия.	2	2
	1   Определение количества теплоты.		
	Самостоятельная работа. Расчет количества теплоты. Работа как отрицательная величина.	4	
Тема 1.4 Первое начало термодинамики	Содержание учебного материала	<b>6</b>	1
	1   Принцип эквивалентности. Первое начало термодинамики, как математическое выражение закона сохранения энергии. Первое начало для реальных процессов, для потока.	2	
	Лабораторные занятия.		
	1   Определение количества теплоты при смешивании веществ разной температуры.	2	2

	Самостоятельная работа Использование закона Майера.	2	
Тема 1.5 Термодинамические процессы изменения состояния	Содержание учебного материала	<b>12</b>	
	1   Классификация процессов изменения состояния. Простейшие процессы изменения состояния.	4	1
	2   Политропные процессы.		
	Практические занятия.	2	2
	1   Определение параметров рабочего тела в различных процессах.		2
	Лабораторные занятия	2	2
	1   Определение удельной теплоемкости.		
	Самостоятельная работа Политропа с переменным показателем процесса.	4	
Тема 1.6 Круговые процессы (циклы)	Содержание учебного материала:	<b>8</b>	
	1   Обратимые и необратимые круговые процессы (циклы).	4	1
	2   Цикл Карно.		2
	Практические занятия.	2	2
	1   Расчет цикла Карно.		
	Самостоятельная работа. Определение КПД цикла Карно.	2	
Тема 1.7 Второе начало термодинамики	Содержание учебного материала:	<b>4</b>	
	1   Общая характеристика второго начала термодинамики. Математическое выражение второго начала термодинамики. Общие свойства энтропийных диаграмм.	2	1
	Самостоятельная работа. Определение количества подведенной и отведенной теплоты.	2	2
Тема 1.8 Циклы ДВС	Содержание учебного материала:	<b>8</b>	
	1   Назначение и классификация ДВС. Циклы поршневых ДВС.	4	2
	2   Расчет теоретических циклов ДВС с различным подводом тепла.	2	
	Практические занятия. Расчет параметров ДВС.		
	1   Практические занятия. Расчет параметров ДВС.		
	Самостоятельная работа. Скоростные характеристики двигателей.	2	2
Тема 1.9 Свойства жидкостей и паров	Содержание учебного материала:	<b>10</b>	1
	1   Процесс парообразования. Процессы изменения состояния водяного пара.	4	
	2   Определение работы в процессах паров. Определение теплоты изопробов пара.		
	Практические занятия.		2

	1	Определение параметров пара.	2		
		Самостоятельная работа. Определение работы пара.	4		
<b>Раздел 2</b> <b>Газодинамика</b>			<b>28</b>		
Тема 2.1 Истечение газов и паров	Содержание учебного материала:		<b>12</b>	1	
	1	Дросселирование газов и паров.			6
	2	Режимы истечения. Истечение из сопла Лаваля.			
	3	Дросселирование газов и паров.			2
	Практические занятия.		2		
	1	Истечение газов из сопла.			
	Самостоятельная работа. Критический и докритический режимы.		4		
Тема 2.2 Термодинамические процессы компрессорных машин	Содержание учебного материала:		<b>8</b>	1	
	1	Виды компрессоров. Термодинамический процесс одноступенчатого компрессора. Термодинамический процесс многоступенчатого компрессора.			2
	Практические занятия.		2		
	1	Определение параметров компрессора.			
	Самостоятельная работа. Виды компрессорных машин.		4		
Тема 2.3 Циклы ПСУ	Содержание учебного материала:		<b>8</b>	1	
	1	Схема ПСУ. Цикл Ренкина. Пути повышения экономичности ПСУ.			4
	2	Цикл провой компрессорной холодильной установки.			2
	Практические занятия.		2		2
	1	. Расчет цикла Ренкина.			
	Самостоятельная работа. Работа с T-S диаграммой.		2		
<b>Раздел 3.</b> <b>Теория теплообмена</b>			<b>20</b>		
Тема 3.1 Теплопередача	Содержание учебного материала:		<b>20</b>	1	
	1	Формы передачи тепла. Теплопроводность. Закон Фурье.			14
	2	Расчет теплопроводности в различных стенках.			
	3	Теплообмен конвекцией.			
	4	Теплообмен излучением.			
	5	Теплопередача. Коэффициент теплопередачи. Особенности расчета теплопередачи.			
	6	Назначение и принцип действия теплообменных аппаратов.			
	7	Тепловой расчет ТА.			



	Практические занятия.	2	2
	1   Определение тепла при теплопередаче.		
	Лабораторные занятия.	2	
	1   Лабораторные занятия. Определение режима течения.		
	Самостоятельная работа. Виды теплообменных аппаратов.	2	
<b>Раздел 4. Основы теплотехники. Тепловые двигатели.</b>		<b>12</b>	
Тема 4.1 Газотурбинные двигатели	Содержание учебного материала:	<b>12</b>	
	1   Схема газотурбинной установки.	4	1
	2   Основное и вспомогательное оборудование.		2
	Самостоятельная работа. Камера сгорания.	8	2
<b>Всего:</b>		<b>141</b>	

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

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

Реализация программы учебной дисциплины требует наличия лаборатории термодинамики.

Оборудование лаборатории:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- доска классная;
- комплект учебно-наглядных пособий по термогазодинамике (презентации, плакаты, макеты, стенды и т.д.);
- учебно-методический комплекс по термогазодинамике (комплект учебных и учебно-методических пособий);
- рабочая программа, календарно-тематический план преподавателя;
- библиотечный фонд;

Технические средства обучения:

- переносной проектор;
- переносной экран для проектора;
- ноутбук;
- комплект бланков технологической документации;
- комплект учебно-методической документации;
- лаборатория «Капелька».

#### **3.2. Информационное обеспечение обучения**

**Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

Основные источники:

1. Замалеев, З.Х. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс] : / З. Х. Замалеев, В. Н. Посохин, В. М. Чефанов .— Москва : Лань, 2018 .— 352 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) . — Доступ по логину и паролю из сети Интернет .— ISBN 978-5-8114-1531-1 .—

[URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=39146](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39146).

Дополнительные источники:

1. Термодинамика: учебное пособие. Цирельман Н.М. — Москва : Лань, 2018.— 352 с. — Доступ по логину и паролю из сети Интернет .— 978-5-8114-3063-5 .— [URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=39146](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39146).

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

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

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<b>Умения</b>	
анализировать и исследовать термодинамические процессы и процессы истечения газа из сопла;	Решение задач по индивидуальным заданиям, практические занятия; устный опрос;
рассчитывать основные параметры газового потока;	решение задач по индивидуальным заданиям, практические занятия, устный опрос; выполнение самостоятельных работ; отчеты по работам
<b>Знания</b>	
законов термодинамики, газовой динамики;	решение задач по индивидуальным заданиям, практические и лабораторные занятия, устные опросы; тестирование; выполнение самостоятельных работ.
назначения и принципов работы компрессоров;	решение задач по индивидуальным заданиям, практические и лабораторные занятия, устные опросы; выполнение самостоятельных работ, презентаций.
основного и вспомогательного оборудования газотурбинной установки.	практические занятия, устные опросы; тестирование; выполнение самостоятельных работ
<i>Итоговый контроль</i>	<i>Экзамен</i>

Форма контроля результатов обучения	Критерии оценки результатов обучения
Проверочная, контрольная работа	– «отлично» выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, или в ней имеются несущественные ошибки; на качественные и теоретические вопросы дан полный, исчерпывающий ответ литературным языком с соблюдением технической терминологии в определенной логической последовательности, приводит новые примеры, устанавливает связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу, умеет применить

	<p>знания в новой ситуации;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью или не менее чем на 80 % от объема задания, но в ней имеются недочеты и несущественные ошибки; ответ на качественные и теоретические вопросы удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, но содержит неточности в изложении фактов, определений, понятий, объяснении взаимосвязей, выводах и решении задач; учащийся испытывает трудности в применении знаний в новой ситуации, не в достаточной мере использует связи с ранее изученным материалом.</li> <li>– «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если выполнена в основном верно (объем выполненной части составляет не менее 2/3 от общего объема), но допущены существенные неточности; обучающийся обнаруживает понимание учебного материала при недостаточной полноте усвоения понятий и закономерностей; умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении качественных задач и сложных количественных задач, требующих преобразования формул.</li> <li>– «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа в основном не выполнена (объем выполненной части менее 2/3 от общего объема задания); обучающийся показывает незнание основных понятий, непонимание изученных закономерностей и взаимосвязей, не умеет решать количественные и качественные задачи.</li> </ul>
Тестирование	Оценивается дифференцированно в соответствии с критериями оценок (см. таблицу из п.5)
Устный опрос	<ul style="list-style-type: none"> <li>– «отлично» выставляется обучающемуся, если он полно раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой; изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя математическую и специализированную терминологию и символику; правильно выполнил графическое изображение и иные чертежи и графики, сопутствующие ответу; показал умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации при выполнении практического задания; продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов.</li> <li>– «хорошо» выставляется обучающемуся, если ответ имеет один из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие логического и</li> </ul>

	<p>информационного содержания ответа; нет определенной логической последовательности, неточно используется математическая и специализированная терминология и символика; допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные по замечанию или вопросу преподавателя.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса, имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, чертежах, блок-схем и выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя; обучающийся не справился с применением теории в новой ситуации при выполнении практического задания, но выполнил задания обязательного уровня сложности по данной теме; при знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков.</li> <li>– «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в чертежах, блок-схемах и иных выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя.</li> </ul>
Лабораторное занятие	<ul style="list-style-type: none"> <li>– «зачтено» выставляется обучающемуся, не имеющему неудовлетворительных результатов по всем видам текущего контроля успеваемости, предусмотренным утвержденной рабочей программой дисциплины, и (или) показавшему знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения и профессиональной деятельности;</li> <li>– «не зачтено» выставляется обучающемуся, имеющему неудовлетворительный результат по одному или нескольким видам текущего контроля успеваемости, предусмотренным рабочей программой дисциплины, и (или) показавшему пробелы в знании основного учебно-программного материала.</li> </ul>

## 5. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 3 семестр обучения. Форма контроля – «Экзамен»

Вопросы для подготовки к экзамену  
по дисциплине «Термогазодинамика»

1. Исходные понятия и определения ТГД.
2. Виды агрегатного состояния вещества.
3. Законы идеальных газов.
4. Чистые вещества и смеси.
5. Состав смесей.
7. Схемы смешения. Закон Дальтона.
8. Истинная и средняя теплоемкость.
9. Определение количества теплоты. Теплоемкость смесей.
10. Принцип эквивалентности. Формы передачи энергии.
11. Первое начало ТГД, как математическое выражение закона сохранения энергии.
12. Первое начало ТГД для реальных процессов.
13. Первое начало ТГД для замкнутого пространства и потока.
14. Аналитическое выражение 1 начала ТГД для идеальных газов. Закон Майера.
15. Изохорный процесс.
16. Изобарный процесс.
17. Изотермический процесс.
18. Адиабатный процесс.
19. Политропный процесс.
20. Обратимые и необратимые процессы (циклы).
21. Цикл Карно.
22. Общая характеристика 2 начала ТГД.
23. Математическое выражение принципа существования энтропии.
24. Общие свойства энтропийных диаграмм.
25. Процесс парообразования и его изображение в различных системах координат.
26. Процессы изменения состояния водяного пара, изображение в диаграммах.
27. Общие понятия истечения газов и паров. Истечение через суживающиеся сопла.
28. Режимы истечения. Истечение из расширяющегося сопла Лавала.
29. Дросселирование газов и паров.
30. Циклы ПСУ. Цикл Ренкина.
31. Пути повышения экономичности ПСУ.
32. Цикл паровой компрессорной холодильной установки.
33. Циклы поршневых ДВС.
34. Циклы ГТУ.

35. Назначение, устройство поршневых, центробежных и осевых компрессоров.
36. ТД процесс одноступенчатого компрессора.
37. ТД процесс многоступенчатого компрессора.
38. Законы теплообмена. Формы передачи теплоты.
39. Передача теплоты через одно- и многослойную стенку.
40. Основной закон конвективного теплообмена.
41. Принципы теории подобия.
42. Основные законы теплообмена излучением.
43. Теплопередача при переменных температурах.
44. Виды теплообменных аппаратов.
45. Схема газотурбинной установки.
46. Основное и вспомогательное оборудование ГТУ.

Оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам текущего контроля производится в соответствии с универсальной шкалой (таблица).

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	неудовлетворительно

Критерии оценки:

- 90 ÷ 100% (5 баллов) присваивается обучающемуся, если он полностью выполнил задание билета: дал правильные ответы на все вопросы и решил все задачи;
- 80 ÷ 89% (4 балла) присваивается обучающемуся, если он полностью выполнил практическое задание билета и дал правильный ответ на один теоретический вопрос;
- 70 ÷ 79 % (3 балла) присваивается обучающемуся, если он полностью выполнил практическое задание билета и допустил существенные ошибки при ответе на теоретический вопрос;
- менее 70% (2 балла) присваивается обучающемуся, если он не смог выполнить ни одного задания билета.

## **6. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ (ОВЗ)**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.