

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

"Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Козорез Д.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000206293)

Термодинамика

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки	Двигатели летательных аппаратов
Квалификация выпускника	Бакалавр
Профиль подготовки	Технология производства авиационных ГТД
Форма обучения	очно-заочная (очно, очно-заочное, заочное)
Выпускающая кафедра	ТПАД
Обеспечивающая кафедра	ТПАД
Кафедра-разработчик рабочей программы	ТПАД

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час	Экзамен- нов, час.	Форма промежуточног о контроля
5	4	144	16	0	16	76	36	Э
Итого	4	144	16	0	16	76	36	

Москва

2024

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

## Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО (3++) по направлению 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

---

Авторы программы:

Бабин С.В.

Заведующий обеспечивающей кафедрой ТПАД

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой  
ТПАД

Директор выпускающего филиала СТ

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Термодинамика является достижение следующих результатов освоения(РО):

N	Шифр	Результат обучения
1	З-1(ОПК-7.1)	Знать применяемые физические и математические модели при разработке ДЛА
2	З-1(ОПК-7.3)	Знать методы исследования технических систем для анализа и определения характеристик исследуемых процессов
3	В-1(ОПК-2.2)	Владеть навыками расчета термодинамических характеристик рабочего тела
4	В-1(ОПК-7.3)	Владеть методиками исследования технических систем для анализа и определения характеристик исследуемых процессов
5	В-12(ОПК-2.3)	Владеть навыками применения общеинженерных знаний для решения учебных задач
6	В-2(ОПК-2.1)	Владеть знаниями необходимыми для решения задач термодинамики в области общеинженерных дисциплин
7	В-3(ОПК-1.3)	Владеть навыками решения задач механики, термодинамики, электродинамики, квантовой физики
8	В-3(ОПК-2.1)	Владеть знаниями необходимыми для решения задач теплопередачи в области общеинженерных дисциплин
9	В-5(ОПК-2.3)	Владеть навыка расчета термодинамических характеристик газовой смеси и прямого газового цикла
10	З-1(ОПК-2.2)	Знать основные законы термодинамики и методы определения параметров состояния рабочего тела
11	З-4(ОПК-2.1)	Знать, как применить основные законы термодинамики для оценки энергетических величин при исследовании рабочего процесса
12	З-4(ОПК-2.3)	Знать основные законы термодинамики и методы определения характеристик газовой смеси и прямого газового цикла
13	З-4(ОПК-8.1)	Знать основные пути и развития и совершенствования в области экспериментальных исследований и доводки авиационных и ракетных двигателей, силовых и энергетических установок
14	У-1(ОПК-2.2)	Уметь применять основные законы термодинамики при расчете параметров состояния рабочего тела
15	У-2(ОПК-2.1)	Уметь применять основные законы термодинамики для оценки энергетических величин при исследовании рабочего процесса
16	У-4(ОПК-2.3)	Уметь применять основные законы термодинамики при расчете термодинамических характеристик газовой смеси и прямого газового цикла

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

<b>N</b>	<b>Шифр</b>	<b>Компетенция</b>
1	ОПК-1	Способен применять знания высшей математики и естественных наук в профессиональной деятельности
2	ОПК-2	Способен применять общеинженерные знания в профессиональной деятельности
3	ОПК-7	Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
4	ОПК-8	Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития отрасли двигателестроения и энергетической техники

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

<b>N</b>	<b>Шифр</b>	<b>Индикатор компетенций</b>
1	ОПК-1.3	Решает стандартные задачи профессиональной деятельности с применением знаний высшей математики и естественных наук
2	ОПК-2.1	Демонстрирует знания теории и основных законов в области общеинженерных дисциплин
3	ОПК-2.2	Использует законы и принципы общеинженерных дисциплин в своей профессиональной деятельности
4	ОПК-2.3	Решает стандартные задачи профессиональной деятельности с применением общеинженерных знаний
5	ОПК-7.1	Демонстрирует знания методик исследования физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов профессиональной деятельности для решения инженерных задач
6	ОПК-7.3	Использует методы исследования технических систем для анализа и определения характеристик исследуемых процессов
7	ОПК-8.1	Знает основные пути развития и совершенствования в области двигателестроения и энергетической техники

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Термодинамика является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

<b>N</b>	<b>Предшествующие дисциплины</b>	<b>Последующие дисциплины</b>
1	Химия	Детали машин и основы конструирования
2	Начертательная геометрия	Материаловедение
3	Теоретическая механика	Технология конструкционных материалов
4	Теория механизмов и машин	Механика жидкости и газа

5	Сопротивление материалов	Теплопередача
6	Инженерная графика	Электротехника и электроника
7	Введение в авиационную и ракетно-космическую технику	Итоговая гос. аттестация
8	Искусственный интеллект и системный анализ	Теоретические основы проектирования технологических процессов ДЛА
9	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	Учебная практика
10	Математический анализ	Методы математического моделирования
11	Дифференциальные уравнения	
12	Теория вероятностей и математическая статистика	
13	Физика	
14	Численные методы	
15	Информатика	

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы), 144 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Термодинамика	Основные понятия. Термодинамическая система и её состояние	4	0	4	12	20	144
	Законы (Начала) термодинамики	4	0	8	18	30	
	Термодинамика газовых потоков	4	0	4	14	22	
	Тепловые машины	4	0	0	6	10	
<b>Всего</b>		<b>16</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>50</b>	<b>82</b>	<b>144</b>

#### 3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Тема лекции
1	1.1.Основные понятия. Термодинамическая система и её состояние	4	Основные законы и понятия. Термодинамическая система и её состояние
2	1.2.Законы (Начала) термодинамики	4	Законы (Начала) термодинамики
3	1.3.Термодинамика газовых потоков	4	Термодинамика газовых потоков. Реальные газы и пары. Дросселирование газов.
4	1.4.Тепловые машины	4	Тепловые машины. Машины для сжатия и расширения. Циклы тепловых машин.
<b>Итого:</b>		<b>16</b>	

### 3.2. Содержание лекций

#### 1.1.1. Основные законы и понятия. Термодинамическая система и её состояние (АЗ: 4, СРС: 6)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Введение. Термодинамическое рабочее тело. Термодинамическая система и термодинамические параметры (температура, давление, объём).

Энергия, теплота, работа. Внутренняя и механическая энергия системы. Уравнение Эйнштейна. Уравнения состояния вещества. Уравнение Менделеева-Клайперона. Уравнение состояния реального газа. Понятие о теплоёмкости. Теплоёмкость идеального газа. Зависимость теплоёмкости от температуры и давления. Теплоёмкость газовой смеси. Отношение теплоёмкостей. Газовые смеси и их свойства.

Фазовые переходы вещества. Правила Гиббса. Уравнение Клайперона-Клазиуса. Изотерма Ван-дер-Ваальса. Изотерма реального газа. Термодинамические коэффициенты сжимаемости и расширения.

#### 1.2.1. Законы (Начала) термодинамики (АЗ: 4, СРС: 6)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Первый закон термодинамики. Основные термодинамические процессы. Второй закон термодинамики. Изменение энтропии в процессах. Энтропийные диаграммы. Третье начало термодинамики. Первый закон термодинамики. Закон сохранения энергии (эксперимент М. В. Ломоносова). Закон превращения энергии (эксперимент Джоуля). Закон сохранения и превращения энергии в общем случае незамкнутой термодинамической системы. Интегральная и дифференциальная запись закона для изохорного, изобарного и адиабатного процессов. Равновесные термодинамические процессы и их обратимость. Закономерности термодинамических процессов. Зависимость между параметрами газа в политропном процессе. Работа, внутренняя энергия и теплота политропного процесса. Исследование политропного и адиабатного процессов. Уравнение политропы и адиабаты. Определение показателя политропы. Уравнение Майера. Определение работы и теплоты при политропном процессе и в частных случаях. Представление термодинамических процессов в  $P$ - $V$  и  $T$ - $S$  координатах. Характеристики политропных процессов в зависимости от значения показателя политропы. Второй закон термодинамики. Цикл Карно.

#### 1.3.1. Термодинамика газовых потоков. Реальные газы и пары. Дросселирование газов.

(АЗ: 4, СРС: 6)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Одномерные уравнения газового потока: уравнение энергии, уравнение сохранения массы, уравнение количества движения. Одномерное адиабатическое течение газа. Скорость звука в газе. Определение параметров потока. Параметры торможения. Критические параметры. Истечение газа из ёмкости в атмосферу. Реальные газы. Водяной пар и его свойства. Парообразование при постоянном давлении. Изменение агрегатного состояния. Параметры состояния воды и водяного пара. Диаграммы T-S и I-S водяного пара. Парогазовые смеси. Диаграмма I-S влажного воздуха. Дросселирование идеальных и реальных газов. Эффект Джоуля-Томпсона. Дросселирование идеального газа. Интегральный и дифференциальный дроссель эффекты. Дросселирование реального газа. Физические способы ускорения и торможения газа (формула Вулиса). Геометрическое сопло. Сопло Лаваля. Массовое сопло, тепловое-комбинированное сопло, механическое сопло.

#### 1.4.1. Тепловые машины. Машины для сжатия и расширения. Циклы тепловых машин. (АЗ: 4, СРС: 6)

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Компрессор. Основные процессы в одноступенчатом компрессоре. Работа и мощность на привод компрессора. Многоступенчатый компрессор. Детандеры.

Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Циклы жидкостного ракетного двигателя и ракетного двигателя твердого топлива. Циклы воздушно-реактивных двигателей. Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных машин. Тепловой насос. Максимальная работа. Эксергетический метод исследования. Принципы работы тепловых машин и графическое представление циклов в P-V и T-S диаграммах.

### 3.3. Практические занятия

Не предусмотрено учебным планом.

### 3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории
1	1.1.Основные понятия.Термодинамическая система и её состояние	4	Определение удельной теплоёмкости воздуха при постоянном давлении	Лаборатория термодинамики, тепломассообмена и гидрогазодинамики
2	1.2.Законы (Начала) термодинамики	4	Исследование термодинамических процессов	Лаборатория термодинамики, тепломассообмена и гидрогазодинамики

3	1.2.Законы (Начала) термодинамики	4	Определение отношения теплоёмкостей газа при постоянном давлении и объёме	Лаборатория термодинамики, теплообмена и гидрогазодинамики
4	1.3.Термодинамика газовых потоков	4	Исследование цикла Брайтона	Лаборатория термодинамики, теплообмена и гидрогазодинамики
<b>Итого:</b>		<b>16</b>		

### 3.5.Содержание лабораторных работ

**1.1.1. Определение удельной теплоёмкости воздуха при постоянном давлении (АЗ: 4, СРС: 6)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**1.2.1. Исследование термодинамических процессов (АЗ: 4, СРС: 6)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**1.2.2. Определение отношения теплоёмкостей газа при постоянном давлении и объёме (АЗ: 4, СРС: 6)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

**1.3.1. Исследование цикла Брайтона (АЗ: 4, СРС: 8)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

### 3.6. Курсовые работы и проекты по дисциплине

#### 1.1. РАСЧЕТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ

##### ТЕПЛОВЫХ МАШИН

**Тематика:** РАСЧЕТ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ

##### ТЕПЛОВЫХ МАШИН

**Трудоемкость(СРС):** 26

**Прикрепленные файлы:** metodichka.pdf

### 3.7. Промежуточная аттестация

1. Экзамен (5 семестр)

**Прикрепленные файлы:** Экзамен (5 семестр).pdf, БИЛЕТЫ ТЕРМОДИНАМИКА.pdf



#### **4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

##### ***Вопросы для самостоятельной работы по темам:***

<b>№</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Вопросы для самостоятельной работы</b>
1	Законы (Начала) термодинамики	Подготовка к лабораторной работе "Исследование термодинамических процессов"
2	Законы (Начала) термодинамики	Подготовка к лабораторной работе "Определением теплоемкости воздуха при постоянном давлении"
3	Законы (Начала) термодинамики	Подготовка к лабораторной работе "Исследование адиабатного истечения воздуха из сопла"
4	Законы (Начала) термодинамики	Подготовка к лабораторной работе "Определение отношения теплоемкостей"

#### **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

<b>100-балльная шкала</b>	<b>Результат освоения</b>
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

N	Шифр	Компетенция	Этапы формирования компетенции
1	ОПК-1	Способен применять знания высшей математики и естественных наук в профессиональной деятельности	Владеть навыками решения задач механики, термодинамики, электродинамики, квантовой физики Семестр - 5

2	ОПК-2	Способен применять общеинженерные знания в профессиональной деятельности	<p>Владеть навыками расчета термодинамических характеристик рабочего тела</p> <p>Владеть навыками применения общеинженерных знаний для решения учебных задач</p> <p>Владеть знаниями необходимыми для решения задач термодинамики в области общеинженерных дисциплин</p> <p>Владеть знаниями необходимыми для решения задач теплопередачи в области общеинженерных дисциплин</p> <p>Владеть навыка расчета термодинамических характеристик газовой смеси и прямого газового цикла</p> <p>Знать основные законы термодинамики и методы определения параметров состояния рабочего тела</p> <p>Знать, как применить основные законы термодинамики для оценки энергетических величин при исследовании рабочего процесса</p> <p>Знать основные законы термодинамики и методы определения характеристик газовой смеси и прямого газового цикла</p> <p>Уметь применять основные законы термодинамики при расчете параметров состояния рабочего тела</p> <p>Уметь применять основные законы термодинамики для оценки энергетических величин при исследовании рабочего процесса</p> <p>Уметь применять основные законы термодинамики при расчете термодинамических характеристик газовой смеси и прямого газового цикла Семестр - 5</p>
3	ОПК-7	Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники	Семестр -
4	ОПК-8	Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития отрасли двигателестроения и энергетической техники	<p>Знать основные пути и развития и совершенствования в области экспериментальных исследований и доводки авиационных и ракетных двигателей, силовых и энергетических установок Семестр - 5</p>

**Вопросы к промежуточной аттестации**  
"Термодинамика"

## 1. Экзамен (5 семестр)

Прикрепленные файлы: Экзамен (5 семестр).pdf, БИЛЕТЫ  
ТЕРМОДИНАМИКА.pdf

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Основная литература:

- 1. Базаров И. П. Б 17 Термодинамика: Учебник. 5-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 384 с. (Электронная версия учебника – доступ сервер кафедры ТПАД)
- 2. Задачник по технической термодинамике и теории теплообмена: учеб. пособие / В. Н. Афанасьев, С. И. Исаев, И. А. Кожин и др.; Под ред. В. И. Крутова и Г. Б. Петражицкого. — 2-е изд., стереотипное. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 384 с. (Электронная версия – доступ сервер кафедры ТПАД).
- 3. Борисов Б.В. Практикум по технической термодинамике: Учебное пособие. Томский политехнический университет. Томск; Из-во Тоского политехнического университета, 2012 – 158 с (Электронная версия – доступ сервер кафедры ТПАД)
- 4. Кудинов В.А. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для академ. бакалавриата вузов по инженерно-техн. направлениям / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - 4-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2019. - 453,[1] с.  
: ил. - (Бакалавр. Академический курс). - Доступна электронная версия издания 2020 г. URL: <https://urait.ru/bcode/449806>. Режим доступа: по подписке (свободный - из сети МАИ, из Интернета - после регистрации в ЭБС "Юрайт" из сети МАИ). - Библиогр.: с. 450-454 (91 назв.). - ISBN 978-5-534-06669-2.
- 5. Барилевич В А Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена: Учебное пособие / В.А. Барилевич, Ю.А. Смирнов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=356818>
- 6. Карминский В.Д., Техническая термодинамика и теплопередача. Курс лекций. М.: Маршрут, 2005. (Электронная версия – доступ сервер кафедры ТПАД)
- 7. Кириллин В.А. Техническая термодинамика : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. - Изд. 6-е., перераб. и доп. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - 501 с. : ил. - Библиогр.: с.494  
[http://elibrary.mai.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link\\_FindDoc&id=61472&idb=0](http://elibrary.mai.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=61472&idb=0)

**б) Дополнительная литература:**

- 1. Суров Н.С. Расчет термодинамических циклов| М.:МАТИ,2005.
- 2. Сапожников С.З. и др. Техническая термодинамика и теплопередача. Учебник для вузов, СПб, 2003,319с.
- 3. Жуховицкий Д.Л. Сборник задач по технической термодинамике. Ульяновск, 2004
- 3. Бабин СВ. Определение удельной теплоемкости воздуха при постоянном давлении. М.:МАТИ, 2015.
- 4. КудиновВ.А., Карташов Э.М. Техническая термодинамика. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа,2001,261 с.
- 5. Электронный конспект лекций. М.: МАТИ,2006.
- 6. Термодинамика и теплопередача. Задачник. Учебное пособие. Под ред. В.Н. Кобелькова. – М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2005 г. – 93 с (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)
- 7. Бабин С.В., Воронина А. В. Основы термодинамики часть 1. Часть 2, Методическое пособие для изучения дисциплины «Термодинамика» для студентов направления «Двигатели летательных аппаратов» Ступино, каф. ТПАД, 2017 -190 с. (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)

**7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ  
ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ  
«ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
<b>"ZNANIUM.COM"</b>	
Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г	<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>
Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г	
<b>ООО "Издательство Лань"</b>	
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022	
Договор № СЭБ 027-0-0400-21 от 15.09.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «15 »_09. 2021г. по « 14» 09.2024	
Договор № 027-1-0169-22 от 07.02.2022 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023 г	
Договор № 027-1-0168-22 от 07.02.2022 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023	

<b>ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"</b>	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	<a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> , <a href="https://biblio-online.ru/catalog/legendary">https://biblio-online.ru/catalog/legendary</a>
Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 027-1-2554-22 от 01.12.2022г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2022 г. по «03»12.2023 г	
Договор № 5537 от 25.11.2022 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	
<b>Электронная библиотека МАИ</b>	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). Лицензионный договор № 0267-НИЧ-13 от 11.12.2013 г. с ООО "Дата Экспресс "на право использования программы для ЭВМ Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро» (для размещения Электронной библиотеки МАИ)	<a href="https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web">https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web</a>
<b>Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России</b>	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. Соглашение о создании Консорциума вузов России "Национальный объединенный аэрокосмический университет" от 03.09.2012 г. Договор о сетевом взаимодействии от 15.12.2014 г. Соглашение от «03»09.2012 г. бессрочно	
<b>Библиотека РФФИ</b>	
Библиотека РФФИ	<a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library</a>
<b>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</b>	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
<b>Polpred.com</b>	
Polpred.com. Обзор СМИ	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>
<b>ООО "РУНЭБ"</b>	
Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
Договор № 027-1-2895-21 от 03.12.2021 с ООО "РУНЭБ" С «03»12.2021 г. по «02»12.2039	
Договор № 027-133215-22 от 20.12.2022 с ООО "НЭБ" С «20»12.2022 г. по «19»12.2030	

<b>ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт"</b>	
Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г	<a href="http://text.rucont.ru/">http://text.rucont.ru/</a>
Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г	<a href="https://text.rucont.ru/">https://text.rucont.ru/</a>
Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г	<a href="https://text.rucont.ru/">https://text.rucont.ru/</a>
<b>ФГБУ "РГБ"</b>	
Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке (НЭБ) №101/НЭБ/2139 от 13.11.2018г. с ФГБУ "РГБ" С «13»11. 2018 г. по «12» 11. 2023	<a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a>
<b>НП НЭИКОН</b>	
Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением Национальная подписка на-2021 г с РФФИ Государственного задания № 075-00011-20-00 Web Of Science- <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a> Scopus- <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a> Elsevier- <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> , <a href="http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct">http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct</a> , <a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections</a> , <a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections</a>	<a href="http://archive.neicon.ru">http://archive.neicon.ru</a>  <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a> <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a> <a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a> , <a href="http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct">http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct</a> , <a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections</a> , <a href="https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections">https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections</a>
	<a href="http://rd.springer.com">http://rd.springer.com</a> , <a href="http://www.springerprotocols.com">http://www.springerprotocols.com</a>

<p>Математическая база данных zbMATH:  <a href="http://zbMATH.org">http://zbMATH.org</a></p> <p>American Chemical Society (ACS)-  <a href="https://www.acs.org/content/acs/en.html">https://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p>American Institute of Physics (AIP)-  <a href="https://www.scitation.org/">https://www.scitation.org/</a></p> <p>American Physical Society- <a href="https://journals.aps.org/about">https://journals.aps.org/about</a></p> <p>EBSCO Publishing (База CASC)-  <a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a></p> <p>Cambridge University Press (CUP)-  <a href="https://www.cambridge.org/core">https://www.cambridge.org/core</a></p> <p>IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p> <p>INSPEC компании EBSCO- INSPEC</p> <p>Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing-  <a href="https://iopscience.iop.org/">https://iopscience.iop.org/</a></p> <p>MathSciNet American Mathematical Society-  <a href="https://www.ams.org/home/page">https://www.ams.org/home/page</a></p> <p>Optical Society of America (OSA)-  <a href="https://www.osapublishing.org/about.cfm">https://www.osapublishing.org/about.cfm</a></p> <p>Oxford University Press-  <a href="https://academic.oup.com/journals/">https://academic.oup.com/journals/</a></p> <p>ProQuest Dissertations &amp; Theses Global-  <a href="https://search.proquest.com/index">https://search.proquest.com/index</a></p> <p>ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL-  <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a></p> <p>SAGE Publication- <a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a></p> <p>Annual Reviews Science Collection (AR)-  <a href="https://www.annualreviews.org">https://www.annualreviews.org</a></p> <p>JSTOR- <a href="http://www.jstor.org">www.jstor.org</a></p> <p>Wiley. John Wiley &amp; Sons.-  <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a></p> <p><b>Национальная подписка на 2022 г с РФФИ Государственного задания</b></p>	<p><a href="http://zbMATH.org">http://zbMATH.org</a></p> <p><a href="https://www.acs.org/content/acs/en.html">https://www.acs.org/content/acs/en.html</a></p> <p><a href="https://www.scitation.org/">https://www.scitation.org/</a></p> <p><a href="https://journals.aps.org/about">https://journals.aps.org/about</a></p> <p><a href="http://search.ebscohost.com">http://search.ebscohost.com</a></p> <p><a href="https://www.cambridge.org/core">https://www.cambridge.org/core</a></p> <p><a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p> <p><a href="https://iopscience.iop.org/">https://iopscience.iop.org/</a></p> <p><a href="https://www.ams.org/home/page">https://www.ams.org/home/page</a></p> <p><a href="https://www.osapublishing.org/about.cfm">https://www.osapublishing.org/about.cfm</a></p> <p><a href="https://academic.oup.com/journals/">https://academic.oup.com/journals/</a></p> <p><a href="https://search.proquest.com/index">https://search.proquest.com/index</a></p> <p><a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a></p> <p><a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a></p> <p><a href="https://www.annualreviews.org">https://www.annualreviews.org</a></p> <p><a href="http://www.jstor.org">www.jstor.org</a></p> <p><a href="https://onlinelibrary.wiley.com">https://onlinelibrary.wiley.com</a></p>
<p><b>Springer Nature:</b></p> <p>1. eBoock Collection: журналы, книги -  <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a></p> <p>2. Коллекция журналов и базы данных Springer Nature: <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a></p> <p><b>Begell House Inc.</b>  <a href="https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html">https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</a></p> <p><b>China Academic Journals</b>   (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd: <a href="https://ar.cnki.net/ACADREF">https://ar.cnki.net/ACADREF</a></p> <p><b>Institute of Electrical and Electronics Engineers:</b></p>	<p><a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a></p> <p><a href="https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html">https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</a></p> <p><a href="https://ar.cnki.net/ACADREF">https://ar.cnki.net/ACADREF</a></p> <p><a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/</a></p>
<p><a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a>;  <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p>	<p><a href="https://ieeexplore.ieee.org/home.jsp">home.jsp</a>;  <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p>



<b>EBSCO.</b>	<a href="https://www.search.ebscohost.com/">https://www.search.ebscohost.com/</a>	<a href="https://www.search.ebscohost.com/">https://www.search.ebscohost.com/</a>
<b>INSPEC:</b>		
1. База данных Academic Search Premier		
2. База данных eBook Academic Collection		
3. eBook EngineeringCore Collection		
<b>ORBIT Intelligence</b>	- база данных QUESTEL:	<a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>
<a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>		
<b>SAGE</b>	<a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>	<a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a>
<b>Publication:</b>		
<b>Wiley:</b>	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a>	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a>

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

***Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:***

Стандартные офисные программы, электронные версии учебников, пособий, методических  
Программа моделирования лабораторной работы "Определение теплоемкости воздуха при п  
Программа моделирования лабораторной работы "Исследование термодинамических процес

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Мультимедийный переносной комплекс:

Экран – 1 шт.

Проектор Acer XXI6I – 1 шт.

Ноутбук Sony Vaio

Компьютерный класс. Компьютеры персональные – 14 шт.

Программа моделирования лабораторной работы "Определение теплоемкости воздуха при постоянном давлении"

Программа моделирования лабораторной работы "Исследование термодинамических процессов"

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина "Термодинамика" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 24.03.05 "Двигатели летательных аппаратов". Дисциплина реализуется на "Московского авиационного института (национального исследовательского университета)" кафедрой (кафедрами) .

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, ОПК-8.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: расчетом термодинамических циклов двигателей в различных устройствах летательных аппаратов. Дисциплина рассматривает также процессы, сопровождающиеся различными преобразованиями энергии, как в покое, так и в движущейся газе.


Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Лабораторная работа.


Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Экзамен (5 семестр).


Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (16 часов), лабораторные (16 часов) занятия и (76 часов) самостоятельной работы студента.


**Приложение 2**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Термодинамика»**


**Прикрепленные файлы**  
**БИЛЕТЫ ТЕРМОДИНАМИКА.pdf**

 «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 11</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой <hr/> " ____ " ____
<p>1. Зависимость между параметрами газа в политропном процессе. Работа, внутренняя энергия и теплота политропного процесса.</p> <p>2. Основные уравнения газового потока. Уравнения неразрывности, энергии.</p>		

 «Московский авиационный институт»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 6</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой <hr/> " ____ " ____
<p>1. Энтальпия. Теплоемкость: массовая, мольная, объемная, истинная, при постоянном давлении, средняя.</p> <p>2. Циклы газотурбинных установок.</p>		


 «Московский авиационный институт»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 4</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой <hr/> " ____ " ____
<p>1. Газовые смеси.</p> <p>2. Прямоточный воздушно-реактивный двигатель. Теоретический цикл и КПД двигателя.</p>		

 «Московский авиационный институт»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 12</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой <hr/> " ____ " ____
<p>1. Исследование политропного процесса.</p> <p>2. Турбореактивный двигатель. Теоретический цикл и КПД двигателя.</p>		

 «Московский авиационный институт»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 7</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой <hr/> " ____ " ____
--	--	---


1.Теплоемкость газовой смеси. Отношение теплоемкостей. Взаимодействие системы с окружающей средой. Закон сохранения энергии для изолированной системы.

2.Цикл жидкостно-реактивного двигателя.

 «Московский авиационный институт»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 5</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой <hr/> " ____ " ____
--	--	---


1.Работа и теплота. Внутренняя энергия.

2.Уравнение состояния реального газа.

 «Московский авиационный институт»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 1</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой <hr/> " ____ " ____
--	--	---

1.Первый закон термодинамики

2.Уравнение состояния идеального газа.

 «Московский авиационный институт»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 2</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой <hr/> " ____ " ____
--	--	---

1.Параметры состояния. Параметры процесса. Термодинамические процессы.

2.Термодинамика.Виды. Основные положения. История развития

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 3</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой  " ____ " ____
--	--	---

1. Цикл Карно. Прямой и обратный. Цикл Карно в тепловой диаграмме.
2. Основные термодинамические тождества

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 8</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой  " ____ " ____
--	--	---

1. Работа расширения. Располагаемая работа. Максимальная работа.
2. Энтропия. Теореме Карно. Интеграл Клаузиуса. Тепловая теорема Нерста

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 9</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой  " ____ " ____
--	--	---

1. Математическое выражение второго закона термодинамики.
2. Энтропия. Вырождение замкнутой системы. Тепловая смерть.

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 10</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой  " ____ " ____
--	---	---

1. Тепловые двигатели
2. Уравнение состояния реального газа.

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 13</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой  " ____ " ____
--	---	---

1. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Индикаторная диаграмма

2. Истечение газов. Уравнение расхода. Анализ уравнения расхода

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 14</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой  " ____ " ____
--	---	---

1. Обобщающее значение политропных процессов.

2. Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость реального газа.  
Уравнение Майера

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 15</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой  " ____ " ____
--	---	---

1. Политропные процессы в тепловой диаграмме. Обобщающее значение

2. Второй закон термодинамики. Основные положения

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 16</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой  " ____ " ____
--	---	---

1. Раширяющиеся сопла.

2. Дросселирование газа



«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 17</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой  " ____ " ____
--	---	---

- 1.Основные уравнения газового потока
- 2.Уравнение состояния идеального газа.

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 18</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой  " ____ " ____
--	---	---

- 1.Свойства обратимых и необратимых циклов.
- 2.Политропные процессы. Виды. Общие положения исследования

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 19</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой  " ____ " ____
--	---	---

- 1.Циклы холодильных установок
- 2.Адиабатный процесс истечения газа

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 20</b> по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой  " ____ " ____
--	---	---

- 1.Круговые термодинамические процессы. Термический КПД и холодильный коэффициент
- 2.Аналитическое выражение работы процесса..