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 (000205583)

Термодинамика

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки Двигатели летательных аппаратов
Квалификация выпускника Бакалавр

Профиль подготовки Технология производства авиационных ГТД
Форма обучения очная
(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	Экзаме-нов, час.	Форма промежуточного контроля
4	4	144	34	0	16	58	36	Э
Итого	**4**	**144**	**34**	**0**	**16**	**58**	**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-7.3)	Знать методы исследования технических систем для анализа и определения характеристик исследуемых процессов
2	В-1(ОПК-2.2)	Владеть навыками расчета термодинамических характеристик рабочего тела
3	В-1(ОПК-7.3)	Владеть методиками исследования технических систем для анализа и определения характеристик исследуемых процессов
4	В-12(ОПК-2.3)	Владеть навыками применения общеинженерных знаний для решения учебных задач
5	В-2(ОПК-2.1)	Владеть знаниями необходимыми для решения задач термодинамики в области общеинженерных дисциплин
6	В-3(ОПК-1.3)	Владеть навыками решения задач механики, термодинамики, электродинамики, квантовой физики
7	В-3(ОПК-2.1)	Владеть знаниями необходимыми для решения задач теплопередачи в области общеинженерных дисциплин
8	В-5(ОПК-2.3)	Владеть навыка расчета термодинамических характеристик газовой смеси и прямого газового цикла
9	З-1(ОПК-2.2)	Знать основные законы термодинамики и методы определения параметров состояния рабочего тела
10	З-4(ОПК-2.1)	Знать, как применить основные законы термодинамики для оценки энергетических величин при исследовании рабочего процесса
11	З-4(ОПК-2.3)	Знать основные законы термодинамики и методы определения характеристик газовой смеси и прямого газового цикла
12	У-1(ОПК-2.2)	Уметь применять основные законы термодинамики при расчете параметров состояния рабочего тела
13	У-2(ОПК-2.1)	Уметь применять основные законы термодинамики для оценки энергетических величин при исследовании рабочего процесса
14	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:

N	Шифр	Компетенция
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

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

N	Шифр	Индикатор компетенций
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-7.3	Использует методы исследования технических систем для анализа и определения характеристик исследуемых процессов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Термодинамика является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Сопротивление материалов	Итоговая гос. аттестация
2	Химия	Детали машин и основы конструирования
3	Начертательная геометрия	Технология конструкционных материалов
4	Теоретическая механика	Механика жидкости и газа
5	Теория механизмов и машин	Теплопередача
6	Материаловедение	Электротехника и электроника 1
7	Инженерная графика	Учебная практика
8	Введение в авиационную и ракетно-космическую технику	Теоретические основы проектирования технологических процессов ДЛА
9	Математический анализ	Методы математического моделирования
10	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	Искусственный интеллект и системный анализ
11	Дифференциальные уравнения	Численные методы
12	Теория вероятностей и математическая статистика	
13	Физика 1	

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	8	0	4	8	20	144
	Законы (Начала) термодинамики	10	0	8	14	32	
	Термодинамика газовых потоков	8	0	4	8	20	
	Тепловые машины	8	0	0	2	10	
Всего		**34**	**0**	**16**	**32**	**82**	**144**

3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Тема лекции
1	1.1.Основные понятия.Термодинамическая система и её состояние	8	Основные законы и понятия. Термодинамическая система и её состояние
2	1.2.Законы (Начала) термодинамики	10	Законы (Начала) термодинамики
3	1.3.Термодинамика газовых потоков	8	Термодинамика газовых потоков. Реальные газы и пары. Дросселирование газов.
4	1.4.Тепловые машины	8	Тепловые машины. Машины для сжатия и расширения. Циклы тепловых машин.
Итого:		**34**	

3.2. Содержание лекций

1.1.1. Основные законы и понятия. Термодинамическая система и её состояние (АЗ: 8, СРС: 2)

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: 10, СРС: 2)

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: 8, СРС: 2)

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: 8, СРС: 2)

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, тепломассообмена и гидрогазодинамики
4	1.3.Термодинамика газовых потоков	4	Исследование цикла Брайтона	Лаборатория термодинамики, тепломассообмена и гидрогазодинамики
Итого:		**16**		

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: 6)
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 (4 семестр)
Прикрепленные файлы: Экзамен (4 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:

№	Раздел дисциплины	Вопросы для самостоятельной работы
1	Законы (Начала) термодинамики	Подготовка к лабораторной работе "Исследование термодинамических процессов"
2	Законы (Начала) термодинамики	Подготовка к лабораторной работе "Определением теплоемкосчти 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:

100-балльная шкала	Результат освоения
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 - 4

2	ОПК-2	Способен применять общеинженерные знания в профессиональной деятельности	Владеть навыками расчета термодинамических характеристик рабочего тела Владеть навыками применения общеинженерных знаний для решения учебных задач Владеть знаниями необходимыми для решения задач термодинамики в области общеинженерных дисциплин Владеть знаниями необходимыми для решения задач теплопередачи в области общеинженерных дисциплин Владеть навыка расчета термодинамических характеристик газовой смеси и прямого газового цикла Знать основные законы термодинамики и методы определения параметров состояния рабочего тела Знать, как применить основные законы термодинамики для оценки энергетических величин при исследовании рабочего процесса Знать основные законы термодинамики и методы определения характеристик газовой смеси и прямого газового цикла Уметь применять основные законы термодинамики при расчете параметров состояния рабочего тела Уметь применять основные законы термодинамики для оценки энергетических величин при исследовании рабочего процесса Уметь применять основные законы термодинамики при расчете термодинамических характеристик газовой смеси и прямого газового цикла Семестр - 4
3	ОПК-7	Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники	Семестр -

Вопросы к промежуточной аттестации

"Термодинамика"

1. **Экзамен (4 семестр)**

Прикрепленные файлы: Экзамен (4 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 тепломассообмена: учеб. пособие / В. Н. Афанасьев, С. И. Исаев, И. А. Кожинов и др.; Под ред. В. И. Крутова и Г. БПетражицкого. — 2-е изд., стереотипное. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 384 с . (Электронная версия – доступ сервер кафедры ТПАД).

3. Борисов Б.В. Практикум по технической термодинамике: Учеюное 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. Барилович В А Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена: Учебное пособие / В.А. Барилович, 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

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 ву¬зов, 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 вту¬зов. 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
"ZNANIUM.COM"	
Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г	http://znanium.com
Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г	https://znanium.com/
Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г	
ООО "Издательство Лань"	
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г	e.lanbook.com
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	
ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	http://biblio-online.ru, https://biblio-online.ru/catalog/legendary
Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г	https://urait.ru/
Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г	https://urait.ru/

Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	https://urait.ru/
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	
Электронная библиотека МАИ	
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)	https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России	
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	
Библиотека РФФИ	
Библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
Polpred.com	
Polpred.com. Обзор СМИ	http://polpred.com
ООО "РУНЭБ"	
Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028	http://elibrary.ru
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	
ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт"	
Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г	http://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г	https://text.rucont.ru/
Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Руконт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г	https://text.rucont.ru/

ФГБУ "РГБ"	
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	http://нэб.рф
НП НЭИКОН	
Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением	http://archive.neicon.ru
Национальная подписка на-2021 г с РФФИ Государственного задания № 075-00011-20-00	
Web Of Science- https://apps.webofknowledge.com	https://apps.webofknowledge.com
Scopus- http://scopus.com	http://scopus.com
Elsevier-http://www.sciencedirect.com, http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections	http://www.sciencedirect.com, http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections
	http://rd.springer.com, http://www.springerprotocols.com
Математическая база данных zbMATH: http://zbMATH.org	http://zbMATH.org
American Chemical Society (ACS)- https://www.acs.org/content/acs/en.html	https://www.acs.org/content/acs/en.html
American Institute of Physics (AIP)- https://www.scitation.org/	https://www.scitation.org/
American Physical Society- https://journals.aps.org/about	https://journals.aps.org/about
EBSCO Publishing (База CASC)- http://search.ebscohost.com	http://search.ebscohost.com
Cambridge University Press (CUP)- https://www.cambridge.org/core	https://www.cambridge.org/core
IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- https://ieeexplore.ieee.org	https://ieeexplore.ieee.org
INSPEC компании EBSCO- INSPEC	
Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing- https://iopscience.iop.org/	https://iopscience.iop.org/
MathSciNet American Mathematical Society- https://www.ams.org/home/page	https://www.ams.org/home/page

Optical Society of America (OSA)- https://www.osapublishing.org/about.cfm	https://www.osapublishing.org/about.cfm
Oxford University Press- https://academic.oup.com/journals/	https://academic.oup.com/journals/
ProQuest Dissertations & Theses Global- https://search.proquest.com/index	https://search.proquest.com/index
ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL- https://www.orbit.com/	https://www.orbit.com/
SAGE Publication- https://journals.sagepub.com/	https://journals.sagepub.com/
Annual Reviews Science Collection (AR)- https://www.annualreviews.org	https://www.annualreviews.org
JSTOR- www.jstor.org	www.jstor.org
Wiley. John Wiley & Sons.- https://onlinelibrary.wiley.com/	https://onlinelibrary.wiley.com
Национальная подписка на 2022 г с РФФИ Государственного задания	
Springer Nature:	https://link.springer.com
1. eBoock Collection: журналы, книги - https://link.springer.com	
2. Коллекция журналов и базы данных Springer Nature: https://link.springer.com	
Begell House Inc. https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html	https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html
China Academic Journals (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd: https://ar.cnki.net/ACADREF	https://ar.cnki.net/ACADREF
Institute of Electrical and Electronics Engineers: https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp; https://ieeexplore.ieee.org	https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp; https://ieeexplore.ieee.org
EBSCO. https://www.search.ebscohost.com/	https://www.search.ebscohost.com/
INSPEC:	
1. База данных Academic Search Premier	
2. База данных eBook Academic Collection	
3. eBook EngineeringCore Collection	
ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL: https://www.orbit.com/	https://www.orbit.com/
SAGE Publication: https://journals.sagepub.com/	https://journals.sagepub.com/
Wiley: https://onlinelibrary.wiley.com/	https://onlinelibrary.wiley.com/

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 осознано 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 понимание его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

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

Дисциплина ореинтирована на применение компьютерной технки, 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

Прорамма моделирования лабораторной работы "Определение теплоемкости воздуха при п

Прорамма 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.
Прорамма моделирования лабораторной работы "Определение теплоемкости воздуха при постоянном давлении"
Прорамма моделирования лабораторной работы "Исследование термодинамических процессов"

Приложение 1

к рабочей программе дисциплины

«Термодинамика»

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.

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 покоящемся, так и в движущемся газе.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Экзамен (4 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (34 часов), лабораторные (16 часов) занятия и (58 часов) самостоятельной работы студента.

Приложение 2

к рабочей программе дисциплины

«Термодинамика»

Прикрепленные файлы

Экзамен (4 семестр).pdf

Экзамен (4 семестр).pdf

«Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 11** по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой _____ "_____"_____

1.Зависимость между параметрами газа в политропном процессе. Работа, внутренняя энергия и теплота политропного процесса.

2.Основные уравнения газового потока. Уравнения неразрывности, энергии.

«Московский авиационный институт»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 6** по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой _____ "_____"_____

1.Энтальпия. Теплоемкость: массовая, мольная, объемная, истинная, при постоянном давлении, средняя.

2.Циклы газотурбинных установок.

«Московский авиационный институт»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 4** по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой _____ "_____"_____

1.Газовые смеси.

2.Прямоточный воздушно-реактивный двигатель. Теоретический цикл и КПД двигателя.

«Московский авиационный институт»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 12** по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой _____ "_____"_____

1.Исследование политропного процесса.

2.Турбореактивный двигатель. Теоретический цикл и КПД двигателя.

«Московский авиационный институт»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 7** по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой _____ "_____"_____

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" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 5** по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой _____ "_____"_____

1.Работа и теплота. Внутренняя энергия.

2.Уравнение состояния реального газа.

«Московский авиационный институт	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 1** по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой _____ "_____"_____

1.Первый закон термодинамики

2.Уравнение состояния идеального газа.

«Московский авиационный институт»	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 2** по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой _____ "_____"_____

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" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 3** 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" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 8** 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" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 9** 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" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 10** по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой _____ "_____"_____

1.Теповые двигатели

2.Уравнение состояния реального газа.

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 13** 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" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 14** 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" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 15** 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" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 16** по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой _____ "_____"_____

1.Расширяющиеся сопла.

2.Дросселирование газа

«Московский авиационный институт К.Э.Циолковского	Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 17** 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" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 18** 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" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 19** 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" **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 20** по дисциплине «ТЕРМОДИНАМИКА»	УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой _____ "_____"_____

1.Круговые термодинамические процессы. Термический кпд и холодильный коэффициент

2.Аналитическое выражение работы процесса..