

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  В.И. Ряжских
«21» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Термодинамика»

Специальность 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

Специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей

Квалификация выпускника инженер

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы



/ А.В. Москвичев /

Заведующий кафедрой
Ракетных двигателей



/ В.С. Рачук /

Руководитель ОПОП



/ В.С. Рачук /

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целями дисциплины являются обеспечение специалиста систематизированными основами научных знаний, умениями, навыками и профессиональными компетенциями в области теории основных законов и процессов взаимопревращения тепловой и механической форм энергии и распространения теплоты применительно к воздушным судам и их силовым установкам, дальнейшего успешного изучения специализированных дисциплин и развития творческих способностей в постановке и решении научных и инженерных задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Дать знания технической термодинамики. Формирование навыков анализа процессов термодинамики и теплопередачи в элементах авиационных силовых установок и ЛА. Подготовить грамотного и высококвалифицированного специалиста, способного эффективно применять знания технической термодинамики в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Термодинамика» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Термодинамика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общеинженерные и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности;

ОПК-5 - Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать основные законы и процессы взаимопревращения тепловой и механической форм энергии, закономерности течения одномерных газовых потоков в каналах, соплах и диффузорах;
	Уметь использовать уравнения термодинамики газовых потоков при анализе и расчете процессов в элементах силовых установок летательный аппаратов;
	Владеть методами теоретического исследования физических явлений и процессов

ОПК-5	Знать основы творческого принятия основных законов естественно научных дисциплин
	Уметь применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования
	Владеть методами математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Термодинамика» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и определения технической термодинамики	Предмет технической термодинамики и теплопередачи, её значение для подготовки авиационных инженеров. Основные этапы развития термодинамики и теории теплообмена, роль отечественных ученых в развитии термодинамики и науки о теплообмене. Термодинамическая система. Параметры состояния. Уравнение состояния. Идеальный и реальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение состояния реального газа. Термодинамические процессы. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Газовые смеси. Теплоемкость смеси газов. Внутренняя энергия рабочего тела. Работа и теплота. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Термодинамические процессы в газах. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Формулировки второго закона термодинамики. Понятие о круговых процессах (циклах) тепловых машин. Термический КПД цикла теплового двигателя. Цикл Карно. Теоремы Карно. Энтропия и её свойства. T координаты. Изображение основных термодинамических процессов в T координатах.	6	4	6	15	31

2	Основные уравнения термодинамики газового потока	Основные уравнения движения газа. Уравнение неразрывности. Уравнение сохранения энергии. Обобщенное уравнение Бернулли. Параметры адиабатно заторможенного потока. Уравнение сохранения энергии в параметрах заторможенного потока. Применение основных уравнений термодинамики к течению газа в элементах ГТД. Критические параметры потока. Приведенная скорость. Газодинамические функции.	2	2	6	15	25
3	Разгон и торможение газового потока	Условия разгона и торможения газа при адиабатном течении в канале. Форма канала, необходимая для разгона и торможения газового потока. Скорость истечения газа из сопла. Идеальное течение газа в суживающемся сопле. Идеальное течение газа в сопле Лавала. Течение с недорасширением; течение с перерасширением газа.	4	4	12	15	35
4	Идеальные циклы двигателей летательных аппаратов	Циклы тепловых двигателей. Цикл Брайтона-Стечкина. Его применение в ГТД. Зависимость работы цикла Брайтона и его термического КПД от параметров цикла. Цикл Хемфри и его применение в авиационной технике. Цикл ракетного двигателя, его применение. Понятие о регенерации теплоты в цикле ГТД. Цикл ГТД со ступенчатым подводом теплоты. Циклы поршневых двигателей.	4	4	6	15	29
5	Термодинамика реальных газов и холодильных установок	Изотермы реальных газов. Критическое состояние вещества. Фазовые диаграммы. Энтропийные диаграммы реальных газов. Дросселирование газа. Эффект Джоуля-Томсона. Основные понятия о холодильных установках. Холодильный коэффициент. Холодопроизводительность. Циклы воздушной и паровой холодильных установок. Схемы авиационных холодильных установок, применяемых в системах кондиционирования воздуха в кабинах и отсеках летательных аппаратов.	2	4	6	12	24
Итого			18	18	36	72	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Исследование термодинамических процессов в физических системах
2. Исследование истечения газов суживающего сопла и сопла Лавала
3. Сравнение идеального и реального циклов ГТД
4. Дросселирование газов

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

- «аттестован»;
- «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	Знать основные законы и процессы взаимопревращения тепловой и механической форм энергии, закономерности течения одномерных газовых потоков в каналах, соплах и диффузорах;	Практические занятия, лабораторный практикум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать уравнения термодинамики газовых потоков при анализе и расчете процессов в элементах силовых установок летательных аппаратов;	Практические занятия, лабораторный практикум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами теоретического исследования физических явлений и процессов	Практические занятия, лабораторный практикум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-5	Знать основы творческого принятия основных законов естественно научных дисциплин	Практические занятия, лабораторный практикум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования	Практические занятия, лабораторный практикум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования	Практические занятия, лабораторный практикум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	Знать основные законы и процессы взаимопревращения тепловой и механической форм энергии, закономерности течения одномерных газовых потоков в каналах, соплах и	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	диффузорах;					
	Уметь использовать уравнения термодинамики газовых потоков при анализе и расчете процессов в элементах силовых установок летательный аппаратов;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами теоретического исследования физических явлений и процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-5	Знать основы творческого принятия основных законов естественно научных дисциплин	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь применять методы математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что называется соплом?

- устройство, предназначенное для разгона потока;
- устройство, предназначенное для торможения газового потока;
- насадок для истечения рабочего тела из емкости;

2. Режим полного расширения – это

- давление газа в потоке на выходе из сопла равно давлению окружающей среды;
- давление газа в потоке на выходе из сопла больше давления окружающей среды
- давление газа в потоке на выходе из сопла меньше давления окружающей среды

3. Режим недорасширения – это

- давление газа в потоке на выходе из сопла равно давлению окружающей среды;
 - давление газа в потоке на выходе из сопла больше давления окружающей среды
 - давление газа в потоке на выходе из сопла меньше давления окружающей среды
4. Режим перерасширения – это
- давление газа в потоке на выходе из сопла равно давлению окружающей среды;
 - давление газа в потоке на выходе из сопла больше давления окружающей среды
 - давление газа в потоке на выходе из сопла меньше давления окружающей среды
5. Какие из режимов течения считаются расчетными
- докритический;
 - критический;
 - сверхкритический;
6. В суживающемся сопле возможен ли режим перерасширения?
- возможен;
 - невозможен;
 - затрудняюсь ответить;
7. Что такое действительная степень понижения давления в сопле
- отношение полного давления на входе к давлению на выходе сопла;
 - отношение полного давления на входе к давлению окружающей среды;
 - отношение полного давления на входе к критическому давлению в сопле;
8. Что такое располагаемая степень понижения давления в сопле
- отношение полного давления на входе к давлению на выходе сопла;
 - отношение полного давления на входе к давлению окружающей среды;
 - отношение полного давления на входе к критическому давлению в сопле;
9. Что такое критическая степень понижения давления в сопле
- отношение полного давления на входе к давлению на выходе сопла;
 - отношение полного давления на входе к давлению окружающей среды;
 - отношение полного давления на входе к критическому давлению в сопле;
10. До какой скорости можно разогнать рабочее тело в сопле?
- до дозвуковой скорости;
 - до звуковой скорости;
 - до сверхзвуковой скорости;

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Что такое теплоемкость?
- способность тела принимать и отдавать тепло;
 - способность тела проводить через себя тепло;
 - способность тела передавать тепло;
2. Какие существуют теплоемкости?
- удельная;
 - мольная;

- действительная;

3. Что такое калориметр

- прибор для измерения количества теплоты, выделяющейся или поглощающейся в каком-либо физическом, химическом или биологическом процессе;

- прибор для измерения температуры;

- прибор для осуществления процесса переноса теплоты от горячего теплоносителя холодному через стенку;

4. Какие бывают калориметры

- калориметр-интегратор;

- калориметр-дегазатор;

- калориметр-пульверизатор;

5. Какой калориметр используется в лабораторном эксперименте

- изохорный калориметр;

- массивный калориметр-интегратор;

- проточный лабиринтный калориметр;

6. Формула для определения количества теплоты в изотермическом процессе

- $Q = c_v (T_2 - T_1)$,

- $Q = c_p (T_2 - T_1)$,

- $Q = \alpha (T_2 - T_1)$,

7. Понятие изохорного процесса

- процесс, протекающий при постоянной температуре;

- процесс, протекающий при постоянном давлении;

- процесс, протекающий при постоянном объеме;

8. Совершается ли работа в изохорном процессе

- да;

- нет;

- затрудняюсь ответить;

9. На что расходуется подведенная в процессе теплота?

- на совершение телом механической работы;

- на изменение внутренней энергии;

- на совершение телом механической энергии и на изменение его внутренней энергии;

10. Что такое «Теплообменный аппарат»?

- устройство, в котором осуществляется процесс передачи тепла от одной среды к другой;

- устройство, в котором происходит нагрев рабочего тела;

- устройство, в котором тепловая энергия превращается в механическую.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Какие теплообменные аппараты применяют в случае, если не требуется дальнейшее разделение горячего и холодного теплоносителей?

- регенеративные;

- рекуперативные;

- смесительные;

2. У каких теплообменных аппаратов теплота передается от горячего теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку?

- регенеративные;
- рекуперативные;
- смешительные;

3. У каких теплообменных аппаратах горячий и холодный теплоносители поочередно омывают одну и ту же теплообменную поверхность?

- регенеративные;
- рекуперативные;
- смешительные;

4. К какому классу теплообменных аппаратов относится ТОА «Труба в трубе»?

- регенеративные;
- рекуперативные;
- смешительные;

5. Использование какой схемы движения теплоносителя позволяет получить температуру холодного теплоносителя на выходе выше температуры горячего теплоносителя на выходе?

- прямоточная;
- противоточная;
- перекрестная;

6. Использование какой схемы движения теплоносителя позволяет получить температуру холодного теплоносителя на выходе не выше температуры горячего теплоносителя на выходе?

- прямоточная;
- противоточная;
- перекрестная;

7. Что такое теплообменный аппарат «Труба в трубе»?

- устройство, в котором осуществляется передача теплоты от горячего теплоносителя к холодной (нагреваемой) среде через стальные гофрированные пластины, которые установлены в раму и стянуты в пакет;
- устройство, в котором в трубе большего диаметра располагается труба меньшего диаметра и теплообмен происходит через стену внутренней трубы;
- устройство, в котором теплообмен осуществляется посредством попеременного контакта холодного и горячего теплоносителя с одной и той же поверхностью.

8. Какая схема движения теплоносителя является наиболее эффективной?

- прямоточная;
- противоточная;
- перекрестная;

9. Что такое «Теплообменный аппарат»?

- устройство, в котором осуществляется процесс передачи тепла от одной среды к другой;
- устройство, в котором происходит нагрев рабочего тела;
- устройство, в котором тепловая энергия превращается в механическую.

10 Какие существуют теплоемкости?

- удельная;
- мольная;
- действительная;

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Исходные положения технической термодинамики (рабочее тело, идеальный и реальный газ, термодинамическая система, равновесное и неравновесное состояние: определение, анализ).
2. Параметры состояния идеального газа: определения, формулы, единицы, анализ.
3. Уравнения состояния идеального газа: вывод, анализ.
4. Теплоемкость газа: виды теплоемкости, факторы, влияние на величину теплоемкости газа (рабочего тела). Уравнение Майера. Показатель адиабаты.
5. Внутренняя энергия газа (рабочего тела): определение, изменения внутренней энергии в процессе, анализ.
6. Работа газа в процессе: определение, уравнение и их анализ, графическое изображение.
7. Теплота в процессе: определение, уравнение и его анализ, графическое изображение.
8. Энтальпия газа (рабочего тела): определение, изменение энтальпии в процессе, анализ.
9. Первый закон термодинамики: формулировка, уравнение, анализ.
10. Термодинамические процессы в газах: определение, понятие обратимых и необратимых процессов, задачи и общий метод исследования процессов.
11. Изохорный процесс и его исследование.
12. Изобарный процесс и его исследование.
13. Изотермический процесс и его исследование.
14. Адиабатный процесс и его исследование.
15. Политропный процесс и его исследование. Особенности распределения энергии в политропных процессах.
16. Тепловой двигатель: понятие о круговом процессе (цикле) теплового двигателя, работа цикла, термический КПД цикла.
17. Второй закон термодинамики: физическая сущность, формулировки.
18. Прямой цикл Карно и его использование.
19. Энтропия и ее физическая сущность.
20. T,s - координаты и их анализ. Изображение основных процессов в T,s - координатах.
21. Уравнение неразрывности и его анализ.
22. Уравнение сохранения энергии и его анализ.
23. Обобщенное уравнение Бернулли и его анализ.

24. Параметры адиабатно-заторможенного потока (полные параметры): определение, связь со статическими параметрами.
25. Уравнение сохранения энергии в полных параметрах.
26. Схема устройства, основные элементы авиационного ГТД и их назначение.
27. Входное устройство, компрессор, камера сгорания, турбина, выходное устройство ГТД: назначение, запись уравнения сохранения энергии применительно к элементам и его анализ.
28. Сопла и диффузоры: определение, анализ необходимой формы.
29. Условия, определяющие истечение газа из сопла. Условия, необходимые для разгона потока до чисел $M > 1$.
30. Скорость истечения газа из сопла: уравнения (вывод) и его анализ.
31. Критические параметры газового потока: определения, формулы (вывод), анализ.
32. Газодинамические функции: виды, определения, запись (формулы), диапазон измерений.
33. Расход газа при истечении через сопло: уравнение (вывод), анализ.
34. Докритические, критический и сверхкритические режимы течения газа в суживающихся соплах: условия получения, графическое представление, анализ. Факторы, влияющие на течение газа в суживающемся сопле.
35. Режимы полного расширения, недорасширения, перерасширения при течении газа в сопле Лавалья: условия получения, графическое представление, анализ. Факторы, влияющие на течение газа в сопле Лавалья.
36. Типы тепловых двигателей. Задачи и сущность термодинамического исследования циклов тепловых двигателей.
37. Цикл Брайтона и его исследование.
38. Общие понятия о циклах Гемфри, Отто, Дизеля: графическое представление, применение.
39. Сравнение циклов тепловых двигателей: цель, методы, примеры (с анализом).
40. Процесс дросселирования газа: определение, физическая сущность анализа. Дроссельный эффект (эффект Джоуля-Томпсона).

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 1 вопрос, одну стандартную и одну прикладную задачу. Каждый пункт в билете оценивается 12 баллами. Максимальное количество набранных баллов – 36.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 11 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 12 до 18 баллов .

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 19 до 26 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 27 до 36 баллов

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и определения технической термодинамики	ОПК-1, ОПК-5	Устный опрос, защита лабораторных работ
2	Основные уравнения термодинамики газового потока	ОПК-1, ОПК-5	Устный опрос, защита лабораторных работ
3	Разгон и торможение газового потока	ОПК-1, ОПК-5	Устный опрос, защита лабораторных работ
4	Идеальные циклы двигателей летательных аппаратов	ОПК-1, ОПК-5	Устный опрос, защита лабораторных работ
5	Термодинамика реальных газов и холодильных установок	ОПК-1, ОПК-5	Устный опрос, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Трошин А.Ю. Теплотехника: учебн. пособие / А.Ю. Трошин. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2012. 246 с.

2. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Теплотехника» для студентов специальности 110302 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» очной формы обучения. 129-2011 сост. А.Ю. Трошин.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Microsoft Win Pro 10
2. Acrobat Pro 2017
3. NX Academic
4. 7 zip
5. Google Chrome
6. LibreOffice
7. Mozilla Firefox
8. LabView 2011
9. OppenOffice
10. <http://www.edu.ru/> - образовательный портал
11. <http://window.edu.ru>, <https://wiki.cchgeu.ru> - информационные справочные системы
12. elibrary.ru
13. <http://vipbook.info> - электронная библиотека
14. www.iprbookshop.ru – электронная библиотека

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аудитория № 153 (ул. Ворошилова, 20, 8 эт.), укомплектованная специализированной мебелью для обучающихся и преподавателя, оборудованная мультимедиа-проектором и экраном, для проведения лекционных и практических занятий.

Аудитории № 154, № 149 (ул. Ворошилова, 20, 8 эт.), укомплектованные специализированной мебелью для обучающихся и преподавателя для проведения лекционных и практических занятий.

Специализированная аудитория, оснащенная персональными компьютерами и специальным программным обеспечением для лабораторных работ - учебная аудитория № 134 (ул. Ворошилова, 20, 7 эт.), укомплектованная специализированной мебелью и оборудованная техническими средствами обучения: персональными компьютерами с лицензионным программным обеспечением с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Специализированная лаборатория для проведения лабораторных работ, оснащенная стендом для лабораторных работ по дисциплине.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Термодинамика» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета термодинамических процессов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			