

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  В.И. Ряжских  
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Термодинамика»

**Специальность** 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

**Специализация** Проектирование жидкостных ракетных двигателей

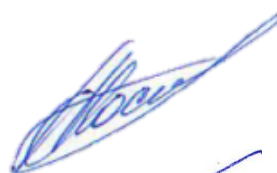
**Квалификация выпускника** инженер

**Нормативный период обучения** 5 лет и 6 м.

**Форма обучения** очная

**Год начала подготовки** 2021

Автор программы



/ А.В. Москвичев /

Заведующий кафедрой  
Ракетных двигателей



/ В.С. Рачук /

Руководитель ОПОП



/ В.С. Рачук /

Воронеж 2021

## 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
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	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, ее 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	6	4	6	15	31

		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. $T_s$ координаты. Изображение основных термодинамических процессов в $T_s$ координатах.					
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. Хладопроизводительность. 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
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>144</b>

## 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 диффузорах;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	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	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	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	исследования			задачах		
	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;**
- смесительные;

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

- **регенеративные;**
- рекуперативные;
- смесительные;

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

- регенеративные;
- **рекуперативные;**
- смесительные;

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 Лаваля: условия получения, графическое представление, анализ. Факторы, влияющие на течение газа в сопле Лаваля.
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**

**Высокий уровень освоения дисциплины (оценка «отлично»):** Оценка «отлично» ставится, если: теоретический вопрос раскрыт полностью; порядок решения практического задания верен. Полное соответствие требуемым в ходе освоения дисциплины «знаниям», «умениям», «владениям».

**Уровень освоения дисциплины на оценку «хорошо»:** Оценка «хорошо» ставится, если: теоретический вопрос раскрыт не полностью, а наводящие вопросы исправляют положение; порядок решения практического задания содержит отдельные погрешности. Не полное соответствие требуемым в ходе освоения дисциплины «знаниям», «умениям», «владениям».

**Базовый уровень освоения дисциплины (оценка «удовлетворительно»):** Оценка «удовлетворительно» ставится, если: теоретический вопрос раскрыт не полностью; наводящие вопросы не исправляют положение; порядок решения практического задания содержит ошибки. Частичное соответствие требуемым в ходе освоения дисциплины «знаниям», «умениям», «владениям».

**Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:** теоретический вопрос не раскрыт; отсутствует порядок решения практического задания или он содержит грубые ошибки. Несоответствие требуемым в ходе освоения дисциплины «знаниям», «умениям», «владениям».

Студенту на подготовку вопросов и решение задач отводится 1 академический час. Для студентов - лиц с ограниченными возможностями – 2 академических часа. Результаты аттестации представляются студентам в течении 3-х часов после окончания аттестации.

В промежуточной аттестации в итоговый балл включается балл текущего контроля:  $\text{итоговый балл} = \text{балл выполнения задания по промежуточной аттестации} + \text{средний балл текущего контроля}$ .

### 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. OpenOffice
10. <http://www.edu.ru/> - образовательный портал ВГТУ
11. <http://window.edu.ru>, <https://wiki.cchgeu.ru> - информационные справочные системы
12. [elibrary.ru](http://elibrary.ru)
13. <http://vipbook.info> - электронная библиотека
14. [www.iprbookshop.ru](http://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; пометить 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"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
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.