

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
(МИ ВлГУ)

Кафедра *ТМС*

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
Д.Е. Андрианов
_____ 25.05.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Термодинамика

Направление подготовки

*15.03.02 Технологические машины и
оборудование*

Профиль подготовки

Технологические машины и оборудование

| Семестр | Трудоем- кость, час./зач. ед. | Лек- ции, час. | Практи- ческие занятия, час. | Лабора- торные работы, час. | Консуль- тация, час. | Конт- роль, час. | Всего (контак- тная работа), час. | СРС, час. | Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.) |
|--------------|--|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------------|---|--------------|---|
| 4 | 72 / 2 | 16 | | 8 | 1,6 | 0,25 | 25,85 | 46,15 | Зач. с оц. |
| Итого | 72 / 2 | 16 | | 8 | 1,6 | 0,25 | 25,85 | 46,15 | |

Муром, 2021 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у студентов целостной картины взаимосвязи тепловых явлений с другими видами проявления энергии.

Задачей изучения дисциплины является освоение бакалаврами законов получения, преобразования и передачи энергии, а также умение экспериментально определять некоторые характеристики теплотехнического оборудования и производить измерения основных теплотехнических показателей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Перечень базовых дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины: физика, математика.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине | | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|---|
| | Содержание компетенции | Результаты обучения по дисциплине | |
| ОПК-6 способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда | Способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда | интерпретировать результаты расчетов термодинамических параметров . (ОПК-6) | вопросы к лабораторной работе, вопросы к итоговому тестированию, вопросы к итоговому тестированию |
| ПК-13 умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования | Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования | | вопросы к лабораторной работе, вопросы к итоговому тестированию, вопросы к итоговому тестированию |

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

4.1.1. Структура дисциплины

| № п\п | Раздел (тема) дисциплины | Семестр | Контактная работа обучающихся с педагогическим работником | | | | | | Самостоятельная работа | Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам) | |
|-------|---|---------|---|----------------------|---------------------|--------------------|---------|--------------|------------------------|--|-------------------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | КП / КР | Консультация | | | Контроль |
| 1 | Введение в термодинамику. Рабочее тело. Параметры состояния. Газовые законы. Газовые смеси. Теплоёмкость. | 4 | 4 | | 4 | | | | | 8 | отчёт по лабораторной работе, тест |
| 2 | Первый закон термодинамики. Рабочая диаграмма. Термодинамические процессы. | 4 | 4 | | 4 | | | | | 8 | Тест. |
| 3 | Второй закон термодинамики. Круговые процессы. Энтропия. Циклы. Тепловая диаграмма. | 4 | 2 | | | | | | | 8 | Тест. |
| 4 | Циклы двигателей внутреннего сгорания. Детонация. Цикл компрессора. | 4 | 2 | | | | | | | 8 | Тест. |
| 5 | Реактивные двигатели, их циклы. Водяной пар. Циклы ПСУ. | 4 | 2 | | | | | | | 8 | Тест. |
| 6 | Тепломассобмен. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. | 4 | 2 | | | | | | | 6,15 | отчёт по лабораторной работе, тест. |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|--|----|----|--|---|--|--|-----|------|-------|------------|
| | Основы теории подобия. Лучистый теплообмен. | | | | | | | | | | |
| Всего за семестр | | 72 | 16 | | 8 | | | 1,6 | 0,25 | 46,15 | Зач. с оц. |
| Итого | | 72 | 16 | | 8 | | | 1,6 | 0,25 | 46,15 | |

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 4

Раздел 1. Введение в термодинамику. Рабочее тело. Параметры состояния. Газовые законы. Газовые смеси. Теплоёмкость.

Лекция 1.

Теплотехника, предмет её изучения. Цели и задачи дисциплины. Место в учебном процессе. Основные понятия и определения. Законы идеальных газов. Рабочее тело, термодинамическая система, параметры состояния рабочего тела, равновесное и неравновесное состояние. Газовая постоянная. Смеси идеальных газов. Объемные и массовые доли компонентов смеси. Закон Дальтона (2 часа).

Лекция 2.

Понятие теплоемкости и её физическая сущность. Массовая, объемная и мольная теплоемкости. Изохорная и изобарная теплоемкости. Теплоемкость газовых смесей. Зависимость теплоемкости от температуры. Методы практического определения теплоемкости (2 часа).

Раздел 2. Первый закон термодинамики. Рабочая диаграмма. Термодинамические процессы.

Лекция 3.

Первый закон термодинамики. Закон сохранения и превращения энергии. Принцип эквивалентности тепла и работы. Математическая формулировка. Графическое представление работы в pV -диаграмме. Внутренняя энергия тела и определение её изменения. Понятие об энтальпии. Работа газа (2 часа).

Лекция 4.

Термодинамические процессы. Политропный процесс и его обобщающее значение, частные случаи политропного процесса (изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный). Аналитическое исследование процессов: определение изменения параметров состояния, вычисление тепла и работы, составление энергетического баланса процесса. Графическое изображение процессов в pV -диаграмме (2 часа).

Раздел 3. Второй закон термодинамики. Круговые процессы. Энтропия. Циклы. Тепловая диаграмма.

Лекция 5.

Второй закон термодинамики. Принцип и определение. Понятие о направленности термодинамических процессов. Обратимые и необратимые процессы. Условия превращения тепла в работу в непрерывно действующей машине. Круговые процессы. Прямые и обратные циклы. Обратимые и необратимые циклы и условия их обратимости. Термодинамический КПД цикла. Цикл Карно для идеального газа и его значение как «идеального» цикла тепловых машин. Обратимый цикл Карно и холодильный коэффициент. Энтропия рабочего тела. Интеграл Клаузиуса. Тепловая TS -диаграмма (2 часа).

Раздел 4. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Детонация. Цикл компрессора.

Лекция 6.

Энтропия как характеристика вероятности термодинамического состояния системы. Статистический смысл второго закона термодинамики. Изображение термодинамических процессов в TS -диаграмме (2 часа).

Раздел 5. Реактивные двигатели, их циклы. Водяной пар. Циклы ПСУ.

Лекция 7.

Циклы ДВС и их термодинамический характер. Обобщенный термодинамический цикл и его значение. Принцип работы двухтактных и четырехтактных ДВС. Особенности процесса горения. Детонация. Цикл компрессора. Компрессорные, холодильные и криогенные машины

и установки. Реактивные двигатели. Циклы. Принцип действия, устройство и классификация. Параметры и характеристики. Водяной пар. ПСУ. Циклы ПСУ (2 часа).
Раздел 6. Тепломассобмен. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Лучистый теплообмен.

Лекция 8.

Основы теории тепломассообмена. Виды передачи тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. Теплопроводность плоской цилиндрической и многослойной стенки. Конвективный теплообмен. Виды конвекции и особенности передачи тепла. Основы теории подобия и моделирования. Критерии подобия. Лучистый теплообмен. Основные понятия и соотношения. Законы излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа). Излучение газов (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 4

Раздел 1. Введение в термодинамику. Рабочее тело. Параметры состояния. Газовые законы. Газовые смеси. Теплоёмкость.

Лабораторная 1.

Определение теплоемкости воздуха при постоянном давлении (4 часа).

Раздел 2. Первый закон термодинамики. Рабочая диаграмма. Термодинамические процессы.

Лабораторная 2.

Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (4 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Введение в термодинамику. Рабочее тело. Параметры состояния. Газовые законы. Газовые смеси. Теплоёмкость.
2. Первый закон термодинамики. Рабочая диаграмма. Термодинамические процессы.
3. Второй закон термодинамики. Круговые процессы. Энтропия. Циклы. Тепловая диаграмма.
4. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Детонация. Цикл компрессора.
5. Реактивные двигатели, их циклы. Водяной пар. Циклы ПСУ.
6. Тепломассобмен. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Лучистый теплообмен.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 5л.

| Семестр | Трудоёмкость, час./ зач. ед. | Лекции, час. | Практические занятия, час. | Лабораторные работы, час. | Консультация, час. | Контроль, час. | Всего (контактная работа), час. | СРС, час. | Форма промежуточного контроля (экс., зач., зач. с оц.) |
|--------------|------------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|--------------|--|
| 5 | 72 / 2 | 4 | | 4 | 2 | 0,5 | 10,5 | 57,75 | Зач. с оц.(3,75) |
| Итого | 72 / 2 | 4 | | 4 | 2 | 0,5 | 10,5 | 57,75 | 3,75 |

4.2.1. Структура дисциплины

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины | Семестр | Контактная работа обучающихся с педагогическим работником | | | | | | | Самостоятельная работа | Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам) |
|-------|---|---------|---|----------------------|---------------------|--------------------|---------|--------------|----------|------------------------|--|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | КП / КР | Консультация | Контроль | | |
| 1 | Введение в термодинамику. Рабочее тело. Параметры состояния. Газовые законы. Газовые смеси. Теплоёмкость. | 5 | 2 | | 4 | | | | | 12 | отчёт по лабораторной работе, тест |
| 2 | Первый закон термодинамики. Рабочая диаграмма. Термодинамические процессы. | 5 | | | | | | | | 12 | Тест. |
| 3 | Второй закон термодинамики. Круговые процессы. Энтропия. Циклы. Тепловая диаграмма. | 5 | 2 | | | | | | | 12 | Тест. |
| 4 | Циклы двигателей внутреннего сгорания. Детонация. Цикл компрессора. | 5 | | | | | | | | 8 | Тест. |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|--|----|---|--|---|---|--|---|------|-------|------------------|
| 5 | Реактивные двигатели, их циклы. Водяной пар. Циклы ПСУ. | 5 | | | | | | | 10 | Тест. | |
| 6 | Тепломассобмен. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Лучистый теплообмен. | 5 | | | | | | | 3,75 | Тест. | |
| Всего за семестр | | 72 | 4 | | 4 | + | | 2 | 0,5 | 57,75 | Зач. с оц.(3,75) |
| Итого | | 72 | 4 | | 4 | | | 2 | 0,5 | 57,75 | 3,75 |

4.2.2. Содержание дисциплины

4.2.2.1. Перечень лекций

Семестр 5

Раздел 1. Введение в термодинамику. Рабочее тело. Параметры состояния. Газовые законы. Газовые смеси. Теплоёмкость.

Лекция 1.

Введение в термодинамику. Параметры состояния. Газовые законы. Теплоёмкость. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы. Второй закон термодинамики (2 часа).

Раздел 3. Второй закон термодинамики. Круговые процессы. Энтропия. Циклы. Тепловая диаграмма.

Лекция 2.

Круговые процессы. Энтропия. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Детонация. Цикл компрессора. Реактивные двигатели, их циклы. Водяной пар. Тепломассобмен (2 часа).

4.2.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.2.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 5

Раздел 1. Введение в термодинамику. Рабочее тело. Параметры состояния. Газовые законы. Газовые смеси. Теплоёмкость.

Лабораторная 1.

Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (4 часа).

4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Теплотехника, предмет её изучения. Цели и задачи дисциплины. Место в учебном процессе. Основные понятия и определения. Законы идеальных газов. Рабочее тело, термодинамическая система, параметры состояния рабочего тела, равновесное и неравновесное состояние. Газовая постоянная.

2. Смеси идеальных газов. Объемные и массовые доли компонентов смеси. Закон Дальтона.

3. Понятие теплоемкости и её физическая сущность. Массовая, объемная и мольная теплоемкости. Изохорная и изобарная теплоемкости.

4. Теплоемкость газовых смесей. Зависимость теплоемкости от температуры. Методы практического определения теплоемкости.

5. Первый закон термодинамики. Закон сохранения и превращения энергии. Принцип эквивалентности тепла и работы. Математическая формулировка. Графическое представление работы в pV -диаграмме.

6. Внутренняя энергия тела и определение её изменения. Понятие об энтальпии. Работа газа.

7. Термодинамические процессы. Политропный процесс и его обобщающее значение, частные случаи политропного процесса (изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный).

8. Аналитическое исследование процессов: определение изменения параметров состояния, вычисление тепла и работы, составление энергетического баланса процесса. Графическое изображение процессов в pV -диаграмме.

9. Второй закон термодинамики. Принцип и определение. Понятие о направленности термодинамических процессов. Обратимые и необратимые процессы. Условия превращения тепла в работу в непрерывно действующей машине.

10. Круговые процессы. Прямые и обратные циклы. Обратимые и необратимые циклы и условия их обратимости. Термодинамический КПД цикла. Цикл Карно для идеального газа и его значение как «идеального» цикла тепловых машин. Обратимый цикл Карно и холодильный коэффициент. Энтропия рабочего тела. Интеграл Клаузиуса. Тепловая TS -диаграмма.

11. Энтропия как характеристика вероятности термодинамического состояния системы.

12. Статистический смысл второго закона термодинамики. Изображение термодинамических процессов в TS -диаграмме.

13. Циклы ДВС и их термодинамический характер. Обобщенный термодинамический цикл и его значение. Принцип работы двухтактных и четырехтактных ДВС.

14. Особенности процесса горения. Детонация. Цикл компрессора. Компрессорные, холодильные и криогенные машины и установки. Реактивные двигатели. Циклы. Принцип действия, устройство и классификация. Параметры и характеристики. Водяной пар. ПСУ. Циклы ПСУ.

15. Основы теории теплообмена. Виды передачи тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. Теплопроводность плоской цилиндрической и многослойной стенки. Конвективный теплообмен. Виды конвекции и особенности передачи тепла.

16. Основы теории подобия и моделирования. Критерии подобия. Лучистый теплообмен. Основные понятия и соотношения. Законы излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа). Излучение газов.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

1. Законы идеальных газов.

2. Рабочее тело, термодинамическая система, параметры состояния рабочего тела, равновесное и неравновесное состояние.

3. Газовая постоянная. Смеси идеальных газов.

4. Объемные и массовые доли компонентов смеси газов. Закон Дальтона.

5. Понятие теплоемкости и её физическая сущность.

6. Массовая, объемная и мольная теплоемкости. Изохорная и изобарная теплоемкости.

7. Теплоемкость газовых смесей. Зависимость теплоемкости от температуры.

8. Методы практического определения теплоемкости.

9. Первый закон термодинамики.

10. Закон сохранения и превращения энергии.

11. Принцип эквивалентности тепла и работы.

12. Графическое представление работы в pV -диаграмме.

13. Внутренняя энергия тела и определение её изменения.

14. Понятие об энтальпии.

15. Работа газа.

16. Термодинамические процессы.
17. Политропный процесс и его обобщающее значение, частные случаи политропного процесса (изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный).
18. Аналитическое исследование частных случаев политропного процесса (изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный): определение изменения параметров состояния, вычисление тепла и работы, составление энергетического баланса процесса.
19. Графическое изображение частных случаев политропного процесса (изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный) в pV -диаграмме.
20. Второй закон термодинамики. Принцип и определение.
21. Понятие о направленности термодинамических процессов.
22. Обратимые и необратимые процессы.
23. Условия превращения тепла в работу в непрерывно действующей машине.
24. Круговые процессы.
25. Прямые и обратные циклы.
26. Обратимые и необратимые циклы и условия их обратимости.
27. Термодинамический КПД цикла.
28. Цикл Карно для идеального газа и его значение как «идеального» цикла тепловых машин.
29. Обратимый цикл Карно и холодильный коэффициент.
30. Энтропия рабочего тела.
31. Интеграл Клаузиуса.

4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

4.3 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее профессиональное.

Срок обучения 3г бм.

| Семестр | Трудоемкость, час./ зач. ед. | Лекции, час. | Практические занятия, час. | Лабораторные работы, час. | Консультация, час. | Контроль, час. | Всего (контактная работа), час. | СРС, час. | Форма промежуточного контроля (экс., зач., зач. с оц.) |
|--------------|------------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|--------------|--|
| 3 | 72 / 2 | 2 | | 4 | 1 | 0,5 | 7,5 | 60,75 | Зач. с оц.(3,75) |
| Итого | 72 / 2 | 2 | | 4 | 1 | 0,5 | 7,5 | 60,75 | 3,75 |

4.3.1. Структура дисциплины

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины | Семестр | Контактная работа обучающихся с педагогическим работником | | | | | | | Самостоятельная работа | Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам) |
|-------|---|---------|---|----------------------|---------------------|--------------------|---------|--------------|----------|------------------------|--|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | КП / КР | Консультация | Контроль | | |
| 1 | Введение в термодинамику. Рабочее тело. Параметры состояния. Газовые законы. Газовые смеси. Теплоёмкость. | 3 | 2 | | 4 | | | | | 12 | отчёт по лабораторной работе, тест |
| 2 | Первый закон термодинамики. Рабочая диаграмма. Термодинамические процессы. | 3 | | | | | | | | 12 | Тест. |
| 3 | Второй закон термодинамики. Круговые процессы. Энтропия. Циклы. Тепловая диаграмма. | 3 | | | | | | | | 10 | Тест. |
| 4 | Циклы двигателей внутреннего сгорания. Детонация. Цикл компрессора. | 3 | | | | | | | | 12 | Тест. |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|--|----|---|--|---|---|--|---|------|-------|------------------|
| 5 | Реактивные двигатели, их циклы. Водяной пар. Циклы ПСУ. | 3 | | | | | | | 8 | Тест. | |
| 6 | Тепломассобмен. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Лучистый теплообмен. | 3 | | | | | | | 6,75 | Тест. | |
| Всего за семестр | | 72 | 2 | | 4 | + | | 1 | 0,5 | 60,75 | Зач. с оц.(3,75) |
| Итого | | 72 | 2 | | 4 | | | 1 | 0,5 | 60,75 | 3,75 |

4.3.2. Содержание дисциплины

4.3.2.1. Перечень лекций

Семестр 3

Раздел 1. Введение в термодинамику. Рабочее тело. Параметры состояния. Газовые законы. Газовые смеси. Теплоёмкость.

Лекция 1.

Введение в термодинамику. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Круговые процессы. Энтропия. Тепломассобмен (2 часа).

4.3.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.3.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 3

Раздел 1. Введение в термодинамику. Рабочее тело. Параметры состояния. Газовые законы. Газовые смеси. Теплоёмкость.

Лабораторная 1.

Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (4 часа).

4.3.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Теплотехника, предмет её изучения. Цели и задачи дисциплины. Место в учебном процессе. Основные понятия и определения. Законы идеальных газов. Рабочее тело, термодинамическая система, параметры состояния рабочего тела, равновесное и неравновесное состояние. Газовая постоянная.

2. Смеси идеальных газов. Объемные и массовые доли компонентов смеси. Закон Дальтона.

3. Понятие теплоемкости и её физическая сущность. Массовая, объемная и мольная теплоемкости. Изохорная и изобарная теплоемкости.

4. Теплоемкость газовых смесей. Зависимость теплоемкости от температуры. Методы практического определения теплоемкости.

5. Первый закон термодинамики. Закон сохранения и превращения энергии. Принцип эквивалентности тепла и работы. Математическая формулировка. Графическое представление работы в pV -диаграмме.

6. Внутренняя энергия тела и определение её изменения. Понятие об энтальпии. Работа газа.

7. Термодинамические процессы. Политропный процесс и его обобщающее значение, частные случаи политропного процесса (изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный).

8. Аналитическое исследование процессов: определение изменения параметров состояния, вычисление тепла и работы, составление энергетического баланса процесса. Графическое изображение процессов в pV -диаграмме.

9. Второй закон термодинамики. Принцип и определение. Понятие о направленности термодинамических процессов. Обратимые и необратимые процессы. Условия превращения тепла в работу в непрерывно действующей машине.

10. Круговые процессы. Прямые и обратные циклы. Обратимые и необратимые циклы и условия их обратимости. Термодинамический КПД цикла. Цикл Карно для идеального газа и его значение как «идеального» цикла тепловых машин. Обратимый цикл Карно и холодильный коэффициент. Энтропия рабочего тела. Интеграл Клаузиуса. Тепловая TS -диаграмма.

11. Энтропия как характеристика вероятности термодинамического состояния системы.

12. Статистический смысл второго закона термодинамики. Изображение термодинамических процессов в TS -диаграмме.

13. Циклы ДВС и их термодинамический характер. Обобщенный термодинамический цикл и его значение. Принцип работы двухтактных и четырехтактных ДВС.

14. Особенности процесса горения. Детонация. Цикл компрессора. Компрессорные, холодильные и криогенные машины и установки. Реактивные двигатели. Циклы. Принцип действия, устройство и классификация. Параметры и характеристики. Водяной пар. ПСУ. Циклы ПСУ.

15. Основы теории тепломассообмена. Виды передачи тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. Теплопроводность плоской цилиндрической и многослойной стенки. Конвективный теплообмен. Виды конвекции и особенности передачи тепла.

16. Основы теории подобия и моделирования. Критерии подобия. Лучистый теплообмен. Основные понятия и соотношения. Законы излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа). Излучение газов.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.3.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

1. Законы идеальных газов.

2. Рабочее тело, термодинамическая система, параметры состояния рабочего тела, равновесное и неравновесное состояние.

3. Газовая постоянная. Смеси идеальных газов.

4. Объемные и массовые доли компонентов смеси газов. Закон Дальтона.

5. Понятие теплоемкости и её физическая сущность.

6. Массовая, объемная и мольная теплоемкости. Изохорная и изобарная теплоемкости.

7. Теплоемкость газовых смесей. Зависимость теплоемкости от температуры.

8. Методы практического определения теплоемкости.

9. Первый закон термодинамики.

10. Закон сохранения и превращения энергии.

11. Принцип эквивалентности тепла и работы.

12. Графическое представление работы в pV -диаграмме.

13. Внутренняя энергия тела и определение её изменения.

14. Понятие об энтальпии.

15. Работа газа.

16. Термодинамические процессы.

17. Политропный процесс и его обобщающее значение, частные случаи политропного процесса (изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный).

18. Аналитическое исследование частных случаев политропного процесса (изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный): определение изменения параметров состояния, вычисление тепла и работы, составление энергетического баланса процесса.

19. Графическое изображение частных случаев политропного процесса (изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный) в pV -диаграмме.

20. Второй закон термодинамики. Принцип и определение.
21. Понятие о направленности термодинамических процессов.
22. Обратимые и необратимые процессы.
23. Условия превращения тепла в работу в непрерывно действующей машине.
24. Круговые процессы.
25. Прямые и обратные циклы.
26. Обратимые и необратимые циклы и условия их обратимости.
27. Термодинамический КПД цикла.
28. Цикл Карно для идеального газа и его значение как «идеального» цикла тепловых машин.
29. Обратимый цикл Карно и холодильный коэффициент.

4.3.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности студентов для достижения запланированных результатов обучения и реализации компетентностного подхода. В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении лабораторных работ применяются имитационный или симуляционный подход, когда преподавателем разбирается на конкретном примере проблемная ситуация, все шаги решения задачи студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. Затем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении практических и лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Половникова, Л. Б. Техническая термодинамика и теплотехника : учебное пособие / Л. Б. Половникова. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. — 175 с. — ISBN 978-5-9961-2203-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101453.html> (дата обращения: 19.02.2023). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей - <https://www.iprbookshop.ru/101453.html>
2. Кошелев, Э. А. Молекулярная физика. Термодинамика : учебно-методическое пособие / Э. А. Кошелев. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 46 с. — ISBN 978-5-7782-3995-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98718.html>

(дата обращения: 19.02.2023). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей - <https://www.iprbookshop.ru/98718.html>

3. Механика и термодинамика : учебное пособие / В. Г. Дубровский, А. А. Корнилович, И. И. Суханов, И. Б. Формусатик. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 95 с. — ISBN 978-5-7782-3881-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98716.html> (дата обращения: 19.02.2023). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей - <https://www.iprbookshop.ru/98716.html>

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Козлов, Н. А., Техническая термодинамика и теплотехника : учеб. пособие / Н. А. Козлов ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Вла-дим. гос. ун-та, 2010. – 180 с., ISBN 978-5-9984-0006-3 - <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1376/3/00775.pdf>

2. Христофоров, А. И., Техническая термодинамика и теплотехника: практ. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Термодинамика в примерах и задачах /А. И. Христофоров ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. – 96 с. ISBN 978-5-89368-972-3 - <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1271/3/00902.pdf>

3. Техническая термодинамика и теория теплообмена: Метод, указания к выполнению контрольных работ / Владим. гос. ун-т; сост.: В.М. Басуров, В.Ф.Гуськов. Владимир, 2012. 28 с. - <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2681>

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

- <http://dic.academic.ru> (Словари и энциклопедии);
- <http://elibrary.ru> (Научная электронная библиотека);
- <http://iprbookshop.ru> (Электронная библиотечная система).

Программное обеспечение:

Учебный комплект КОМПАС-3D v19 и v20 (Hn-20-00343)

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal (продление) (Гражданско-правовой договор бюджетного учреждения №2020.526633 от 23.11.2020 года)

РЕД ОС (Соглашение №140/05-21У от 18.05.2021 года о сотрудничестве в области науки, развития инновационной деятельности)

Education Master Suite AutoCAD 2015 (серийный № 555-10171292)

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

iprbookshop.ru

e.lib.vlsu.ru

e.lib.vlsu.ru:80

dic.academic.ru (Словари и энциклопедии);
elibrary.ru (Научная электронная библиотека);
iprbookshop.ru (Электронная библиотечная система).
mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория термодинамики и теплотехники

Стенд для определения изобарной теплоемкости воздуха; стенд для определения степени черноты серого тела; стенд для исследования свободной конвекции при обтекании горизонтальной трубы; стенд для определения коэффициента теплопроводности; ноутбук ASUS A52-JE; резьбонарезной станок SC-R2; фрезерный станок FPX-25E; сверлильный станок E-2020F/400; настольный токарный станок LAMS-02/300; настольно-фрезерный станок MMS-25E; крестовый стол PSP-420 с автоматической подачей; плита электромагнитная 7208-0059 исп.06; комбинированный станок 3 в 1 BP-1650N.

Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы обучающихся
ПК Intel Core i7-4790 3.6 GHz-2 шт., ПК Intel Core i5-4570 3.2 GHz-10 шт.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет с оценкой. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *15.03.02 Технологические машины и оборудование* и профилю подготовки *Технологические машины и оборудование*
Рабочую программу составил *к.т.н., доцент Баринов С.В.* _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТМС*

протокол № 15 от 19.05.2021 года.

Заведующий кафедрой *ТМС* _____ *Волченков А.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 6 от 25.05.2021 года.

Председатель комиссии МСФ _____ *Калиниченко М.В.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
Термодинамика

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости
по дисциплине**

Вопросы к лабораторным работам:

Лабораторная работа № 1

1. Что называется удельной теплоемкостью газов?
2. Что называется истинной и средней теплоемкостью?
3. Что называется массовой, мольной и объемной теплоемкостями? Какова связь между ними?
4. Какова зависимость между теплоемкостями при постоянном давлении и постоянном объеме?
5. Какие величины давления и температуры отвечают нормальным физическим условиям?

Лабораторная работа № 2

1. В чем состоит сущность лучистого теплообмена?
2. В чем заключаются физические основы поглощательной, отражательной и пропускной способности тела?
3. Что называется степенью черноты тела? Какова его физическая сущность?
4. Какое тело называется абсолютно черным? Серым?
5. От каких факторов зависит величина излучательной способности тела?

Темы для устного опроса:

Рейтинг-контроль № 1

Теплотехника, предмет её изучения. Цели и задачи дисциплины. Место в учебном процессе. Основные понятия и определения. Законы идеальных газов. Рабочее тело, термодинамическая система, параметры состояния рабочего тела, равновесное и неравновесное состояние. Газовая постоянная. Смеси идеальных газов. Объемные и массовые доли компонентов смеси. Закон Дальтона.

Понятие теплоемкости и её физическая сущность. Массовая, объемная и мольная теплоемкости. Изохорная и изобарная теплоемкости. Теплоемкость газовых смесей. Зависимость теплоемкости от температуры. Методы практического определения теплоемкости.

Первый закон термодинамики. Закон сохранения и превращения энергии. Принцип эквивалентности тепла и работы. Математическая формулировка. Графическое представление работы в pV -диаграмме. Внутренняя энергия тела и определение её изменения. Понятие об энтальпии. Работа газа.

Рейтинг-контроль № 2

Термодинамические процессы. Политропный процесс и его обобщающее значение, частные случаи политропного процесса (изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный). Аналитическое исследование процессов: определение изменения параметров состояния, вычисление тепла и работы, составление энергетического баланса процесса. Графическое изображение процессов в pV -диаграмме.

Второй закон термодинамики. Принцип и определение. Понятие о направленности термодинамических процессов. Обратимые и необратимые процессы. Условия превращения тепла в работу в непрерывно действующей машине. Круговые процессы. Прямые и обратные циклы. Обратимые и необратимые циклы и условия их обратимости. Термодинамический

КПД цикла. Цикл Карно для идеального газа и его значение как «идеального» цикла тепловых машин. Обратимый цикл Карно и холодильный коэффициент. Энтропия рабочего тела. Интеграл Клаузиуса. Тепловая TS-диаграмма.

Энтропия как характеристика вероятности термодинамического состояния системы. Статистический смысл второго закона термодинамики. Изображение термодинамических процессов в TS-диаграмме.

Рейтинг-контроль № 3

Циклы ДВС и их термодинамический характер. Обобщенный термодинамический цикл и его значение. Принцип работы двухтактных и четырехтактных ДВС. Особенности процесса горения. Детонация. Цикл компрессора. Компрессорные, холодильные и криогенные машины и установки. Реактивные двигатели. Циклы. Принцип действия, устройство и классификация. Параметры и характеристики. Водяной пар. ПСУ. Циклы ПСУ.

Основы теории тепломассообмена. Виды передачи тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. Теплопроводность плоской цилиндрической и многослойной стенки. Конвективный теплообмен. Виды конвекции и особенности передачи тепла. Основы теории подобия и моделирования. Критерии подобия. Лучистый теплообмен. Основные понятия и соотношения. Законы излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа). Излучение газов.

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

| | | |
|--|---|--------------|
| Рейтинг-контроль 1 | Устный опрос 15 вопросов, опрос по лабораторным работам | До 15 баллов |
| Рейтинг-контроль 2 | Устный опрос 15 вопросов, опрос по лабораторным работам | До 25 баллов |
| Рейтинг-контроль 3 | Устный опрос 15 вопросов, опрос по лабораторным работам | До 30 баллов |
| Посещение занятий студентом | Всех занятий | До 10 баллов |
| Дополнительные баллы (бонусы) | За активность на лекционных и лабораторных занятиях | До 10 баллов |
| Выполнение семестрового плана самостоятельной работы | Устный опрос | До 10 баллов |
| | | |

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

<https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=2363>

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Результатом тестирования является процент правильных ответов, с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется оценка.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

| Оценка в баллах | Оценка по шкале | Обоснование | Уровень сформированности компетенций |
|-----------------|-----------------------|--|--------------------------------------|
| Более 80 | «Отлично» | Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному | Высокий уровень |
| 66-80 | «Хорошо» | Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками | Продвинутый уровень |
| 50-65 | «Удовлетворительно» | Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки | Пороговый уровень |
| Менее 50 | «Неудовлетворительно» | Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки | Компетенции не сформированы |

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Если условно в объеме, который занимает смесь газов, оставить только один компонент, не изменяя температуры, то давление оставленного компонента будет равно:

1. Абсолютному давлению.
2. Парциальному давлению.
3. Избыточному давлению.

Воздух и кислород сжимают изотермически от 1 до 10 бар. Для какого газа работа сжатия больше?

$R_{\text{возд}} = 287 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, $R_{\text{кисл}} = 260 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$.

1. Для кислорода.
2. Для воздуха.
3. Работа сжатия одинакова.

Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·К) характеризует:

1. Способность вещества передавать теплоту.
2. Интенсивность теплообмена между поверхностью тела и средой.
3. Интенсивность собственного излучения тела.

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=2363>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.