

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИСиС

Яременко С.А.

«25» ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Теплофизика»

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль Пожарная безопасность в строительстве

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы С.Н. Тростянский / С.Н. Тростянский /

Заведующий кафедрой  
Техносферной и пожарной  
безопасности Л.С. Куприенко / Л.С. Куприенко /

Руководитель ОПОП Е.А. Сушко / Е.А. Сушко /

Воронеж 2022

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

ознакомить студентов с основными проблемами современной теплофизики, с теплофизическими процессами и подготовить студентов к изучению спецкурсов, расчету проектов.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- 1) изучение аналитических методов решения задач теплопроводности при различных граничных условиях;
- 2) ознакомление с теорией подобия и ее использованием для описания процессов конвективного теплопереноса, методами расчета сложного теплообмена, в том числе при изменении агрегатного состояния вещества;
- 3) ознакомление с устройством и процессами, происходящими в сверхтеплопроводных теплопередающих устройствах - тепловых трубах, теплообменными аппаратами, их расчетом, теплообменом в ядерных реакторах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

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

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ОПК-1 - Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	<p>знать</p> <p>законы термодинамики и основные уравнения термодинамики; методы термодинамического описания процессов в одно- и многокомпонентных системах; основные закономерности протекания теплофизических процессов, методы описания теплофизических процессов. Виды теплообмена и методы расчёта, способы и уравнения передачи теплоты, механизмы их применения.</p> <p>уметь</p> <p>выполнять теплотехнические расчёты; определять термодинамические характеристики рабочих тел и теплофизических свойств веществ; прогнозировать влияние различных теплофизических факторов на равновесие в замкнутых и разомкнутых системах; устанавливать</p>

	<p>границы областей устойчивости в системах; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; прогнозировать влияние температуры на скорость процесса; обобщать и обрабатывать экспериментальную информацию, выполнять основные расчёты; определять тепломассообменные характеристики веществ; прогнозировать влияние различных теплофизических факторов.</p> <p><b>Владеть</b> вычислением тепловых эффектов теплофизических процессов при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; обработкой графических зависимостей для определения некоторых физических величин; расчетом определения количества механической работы; использованием справочной литературы. Вычислением процессов передачи теплоты при различных видах теплообмена; обработкой графических зависимостей передачи теплоты.</p>
ОПК-1	<p><b>Знать</b> современные тенденции развития теплотехнических технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.</p> <p><b>уметь</b> учитывать современные тенденции развития теплотехнических технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.</p> <p><b>Владеть</b> современными тенденциями развития теплотехнических технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теплофизика» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

##### заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего	Семестры
---------------------	-------	----------

	часов	5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	8	8
<b>В том числе:</b>		
Лекции	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	96	96
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

## 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	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Техническая термодинамика - наука о закономерностях превращения энергии.	Предмет и задачи технической термодинамики, связь с другими науками и роль при изучении специальных дисциплин. Термодинамический метод, уравнение состояния идеального газа.	4	4	12	20
2	Законы технической термодинамики. Процессы с идеальными газами и круговые циклы.	Первый закон термодинамики. Энтальпия. Внутренняя энергия. Работа и теплота в процессе. Второй закон термодинамики. Энтропия. Газовые циклы и их КПД.	4	4	12	20
3	Реальные газы. Водяной пар. Истечение. Дросселирование. Паросиловые и холодильные циклы. Влажный воздух.	Реальные газы. Водяной пар. Истечение. Дросселирование. Паросиловые и холодильные циклы. Влажный воздух.	4	4	12	20
4	Виды теплообмена. Теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение.	Виды теплообмена. Теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение.	2	2	12	16
5	Сложный теплообмен. Теплопередача.	Сложный теплообмен. Теплопередача.	2	2	12	16
6	Теплообменные аппараты.	Теплообменные аппараты. Виды расчета теплообменного аппарата. Прямоток, противоток и перекрестный ток. Средний логарифмический температурный напор.	2	2	12	16
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>108</b>

#### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Техническая термодинамика - наука о закономерностях превращения энергии.	Предмет и задачи технической термодинамики, связь с другими науками и роль при изучении специальных дисциплин. Термодинамический метод, уравнение состояния идеального газа.	2	2	16	20
2	Законы технической термодинамики. Процессы с идеальными газами и круговые циклы.	Первый закон термодинамики. Энтальпия. Внутренняя энергия. Работа и теплота в процессе. Второй закон термодинамики. Энтропия. Газовые циклы и их КПД.	2	2	16	20

3	Реальные газы. Водяной пар. Истечение. Дросселирование. Паросиловые и холодильные циклы. Влажный воздух.	Реальные газы. Водяной пар. Истечение. Дросселирование. Паросиловые и холодильные циклы. Влажный воздух.	-	-	16	16
4	Виды теплообмена. Теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение.	Виды теплообмена. Теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение.	-	-	16	16
5	Сложный теплообмен. Теплопередача.	Сложный теплообмен. Теплопередача.	-	-	16	16
6	Теплообменные аппараты.	Теплообменные аппараты. Виды расчета теплообменного аппарата. Прямоток, противоток и перекрестный ток. Средний логарифмический температурный напор.	-	-	16	16
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>96</b>	<b>104</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа №1 «Исследование процессов теплообмена через теплопроводность».

Лабораторная работа №2 «Исследование процессов теплообмена через излучение».

Лабораторная работа №3 «Исследование процессов конвективного теплообмена».

## 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
УК-1	знать законы термодинамики и основные уравнения термодинамики; методы термодинамического описания процессов в одно- и	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	<p>многокомпонентных системах; основные закономерности протекания теплофизических процессов, методы описания теплофизических процессов. Виды теплообмена и методы расчёта, способы и уравнения передачи теплоты, механизмы их применения.</p>			
	<p>уметь выполнять теплотехнические расчёты; определять термодинамические характеристики рабочих тел и теплофизических свойств веществ; прогнозировать влияние различных теплофизических факторов на равновесие в замкнутых и разомкнутых системах; устанавливать границы областей устойчивости в системах; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; прогнозировать влияние температуры на скорость процесса; обобщать и обрабатывать экспериментальную информацию, выполнять основные расчёты; определять теплоемкостные характеристики веществ; прогнозировать влияние различных теплофизических факторов.</p>	<p>Решение стандартных практических задач</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p>владеть вычислением тепловых эффектов теплофизических процессов при заданной температуре в условиях постоянства давления</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

	или объема; обработкой графических зависимостей для определения некоторых физических величин; расчетом определения количества механической работы; использованием справочной литературы. Вычислением процессов передачи теплоты при различных видах теплообмена; обработкой графических зависимостей передачи теплоты.			
ОПК-1	знать современные тенденции развития теплотехнических технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь учитывать современные тенденции развития теплотехнических технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	окружающей среды и обеспечением безопасности человека.			
	владеть современными тенденциями развития теплотехнических технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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 4 семестре для очной формы обучения, 5 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	знать законы термодинамики и основные уравнения термодинамики; методы термодинамического описания процессов в одно- и многокомпонентных системах; основные закономерности протекания теплофизических процессов, методы описания теплофизических процессов. Виды теплообмена и методы расчёта, способы и уравнения передачи теплоты, механизмы их применения.	Тест	Выполнение теста на 60-100%	Выполнение менее 60%
	уметь	Решение стандартных	Продемонстрирован	Задачи не решены

	<p>выполнять теплотехнические расчёты; определять термодинамические характеристики рабочих тел и теплофизических свойств веществ; прогнозировать влияние различных теплофизических факторов на равновесие в замкнутых и разомкнутых системах; устанавливать границы областей устойчивости в системах; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; прогнозировать влияние температуры на скорость процесса; обобщать и обрабатывать экспериментальную информацию, выполнять основные расчёты; определять тепломассообменные характеристики веществ; прогнозировать влияние различных теплофизических факторов.</p>	<p>практических задач</p>	<p>верный ход решения в большинстве задач</p>	
	<p>владеть вычислением тепловых эффектов теплофизических процессов при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; обработкой графических зависимостей для определения некоторых физических величин; расчетом определения количества механической работы; использованием справочной литературы. Вычислением</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>

	процессов передачи теплоты при различных видах теплообмена; обработкой графических зависимостей передачи теплоты.			
ОПК-1	знать современные тенденции развития теплотехнических технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.	Тест	Выполнение теста на 60-100%	Выполнение менее 60%
	уметь учитывать современные тенденции развития теплотехнических технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть современными тенденциями развития теплотехнических технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.			
--	--	--	--	--

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые 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. Какое движение молекул и атомов в газообразном состоянии вещества называется тепловым движением?
  1. **Беспорядочное движение частиц во всевозможных направлениях с различными скоростями**
  2. Колебательное движение частиц в различных направлениях около определенных положений равновесия
  3. Движение частиц в направлении от места с более высокой температурой к месту с более низкой температурой
  4. Упорядоченное движение частиц со скоростью пропорциональной температуре вещества
  5. Беспорядочное движение частиц во всевозможных направлениях с одинаковыми скоростями при одинаковой температуре
2. Чем определяется внутренняя энергия тела?
  1. Объемом тела
  2. Скоростью движения и массой тела
  3. Энергией беспорядочного движения частиц из которых состоит тело
  4. **Энергией беспорядочного движения частиц и энергией их взаимодействия**
  5. Энергией взаимодействия частиц из которых состоит тело
3. Может ли измениться внутренняя энергия при совершении работы и теплопередаче?
  1. Может только при совершении работы
  2. Может только при теплопередаче
  3. **Может при совершении работы и теплопередаче**
  4. Внутренняя энергия тела измениться не может
  5. Среди ответов нет правильного
4. Выполнен опыт с двумя стаканами воды. Первый стакан нагрели передав ему 1 Дж количества теплоты. Второй стакан подняли вверх, совершив работу 1 Дж. Изменилась ли внутренняя энергия воды в первом и во втором стакане?
  1. Увеличилась в 1 и 2 стакане

2. **Увеличилась в 1 и не изменилась во 2 стакане**
  3. Не изменилась в 1 , увеличилась во 2 стакане
  4. Не изменилась как в 1 ,так и во 2 стакане
  5. В 1 увеличилась, во 2 уменьшилась
5. Выполнили опыт с двумя металлическими пластинами. Первая пластина перемещалась по горизонтальной поверхности и в результате действия силы трения нагрелась. Вторая пластина была поднята вверх над горизонтальной поверхностью. Работа в первом и втором опыте была совершена одинаковая. Изменилась ли внутренняя энергия пластин?
1. Увеличилась у обеих пластин
  2. **Увеличилась у первой, не изменилась у второй**
  3. Не изменилась у обеих пластин
  4. Не изменилась у первой, увеличилась у второй
  5. Среди ответов нет правильного
6. Каким способом осуществляется передача энергии от Солнца к Земле?
1. Теплопроводностью
  2. **Излучением**
  3. Конвекцией
  4. Работой
  5. Всеми перечисленными в ответах 1 - 4
7. При погружении части металлической ложки в стакан с горячим чаем непогруженная часть ложки вскоре стала горячей. Каким способом осуществилась передача энергии в этом случае?
1. **Теплопроводностью**
  2. Излучением
  3. Конвекцией
  4. Работой
  5. Всеми перечисленными в ответах 1-4
8. Какое физическое явление используется в основе работы ртутного термометра?
1. Плавление твердого тела при нагревании
  2. Испарение жидкости при нагревании
  3. **Расширение жидкости при нагревании**
  4. Конвекция в жидкости при нагревании
  5. Излучение при нагревании
9. Как обогревается комната радиатором центрального отопления?
1. Тепло излучается радиатором и распределяется по всей комнате
  2. Обогревание комнаты осуществляется только за счет явления теплопроводности
  3. Обогревание комнаты осуществляется только путем конвекции
  4. **Энергия от батареи теплопроводностью передается холодному воздуху у ее поверхности. Затем конвекцией распределяется по всей комнате**
  5. Среди ответов нет правильного

10. Какая температура принимается за  $0^{\circ}\text{C}$  ?

1. Температура испарения льда
2. Температура тела человека
3. **Температура тающего льда при нормальном атмосферном давлении**
4. Температура кипящей воды
5. Температура кипящей воды при нормальном атмосферном давлении

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какой физический параметр определяет количество теплоты, необходимое для нагревания вещества массой 1 кг на  $1^{\circ}\text{C}$

1. Удельная теплота сгорания
2. Удельная теплота парообразования
3. Удельная теплота плавления
4. **Удельная теплоемкость**
5. Теплопроводность

2. Какой физический параметр определяет количество теплоты, необходимое для превращения одного килограмма жидкости в пар при температуре кипения?

1. Удельная теплота сгорания
2. **Удельная теплота парообразования**
3. Удельная теплота плавления
4. Удельная теплоемкость
5. Теплопроводность

3. При каком процессе количество теплоты вычисляют по формуле  $Q=cm(t_2-t_1)$  ?

1. При превращения в жидкости в пар
2. При плавлении
3. При сгорании вещества
4. **При нагревании тела в одном агрегатном состоянии**
5. При любом из процессов, перечисленных в ответах 1-4

4. В опыте используется 2 одинаковых термоса. в первый налит 1 л воды при температуре  $45^{\circ}\text{C}$ . Во второй 1 л воды при температуре  $5^{\circ}\text{C}$ . Термосы закрыты и поставлены в комнате с температурой воздуха  $25^{\circ}\text{C}$ . Как изменится температура в 1 и 2 термосе через 5 часов ?

1. В обоих термосах совершенно не изменится.
2. **В первом немного понизится, во втором на столько же градусов повысится.**
3. В первом очень мало понизится, во втором значительно повысится.
4. В первом значительно понизится, во втором очень мало повысится.
5. В обоих термосах температура будет равна температуре воздуха в комнате.

5. Как изменяется внутренняя энергия вещества при его

переходе из твердого состояния в жидкое при постоянной температуре?

1. У разных веществ изменяется по разному
  2. Может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от внешних условий
  3. Остается постоянной
  4. Уменьшается
  5. **Увеличивается**
6. Какое количество теплоты необходимо для нагревания 200 г алюминия от  $20^{\circ}\text{C}$  до  $30^{\circ}\text{C}$ ? Удельная теплоемкость алюминия  $910 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$  ?
1. **1820 Дж**
  2. 9100 Дж
  3. 1820 кДж
  4. 9100 кДж
  5. 45500 Дж
7. Максимальное значение коэффициента полезного действия, который может иметь идеальная тепловая машина, если температура ее нагревателя  $527^{\circ}\text{C}$  и температура холодильника  $27^{\circ}\text{C}$ , приблизительно равно
1. 95 %
  2. **63 %**
  3. 50 %
  4. 67 %
  5. 40 %
8. В стакане 100 г воды при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ . В него долили 50 г воды при температуре  $80^{\circ}\text{C}$ . Какой стала температура воды в стакане после смешивания воды?
1.  $60^{\circ}\text{C}$
  2.  $50^{\circ}\text{C}$
  3.  **$40^{\circ}\text{C}$**
  4. немного меньше  $60^{\circ}\text{C}$  с учетом теплоемкости стакана
  5. немного меньше  $40^{\circ}\text{C}$  с учетом теплоемкости стакана
9. При увеличении объема газа с 20 л до 40 л (при постоянном давлении) внутренняя энергия газа ?
1. Увеличится в 4 раза
  2. **Увеличится в 2 раза**
  3. Уменьшится в 4 раза
  4. Уменьшится в 2 раза
  5. Не изменится
10. Зачем нужны двойные стекла в окнах?
1. **Слой воздуха между стеклами имеет значительно меньшую теплопроводность, чем тонкое твердое стекло. Это уменьшает теплоотдачу из дома зимой.**
  2. При двойных стеклах в окнах тепловое излучение свободно

входит в дом, но не может выходить. Это дает дополнительное обогревание дому зимой

3. При прохождении через двойные стекла тепловое излучение меньше проходит, чем через одно стекло
4. Двойные стекла нужны для того, чтобы стекла не покрывались инеем
5. Двойные стекла мешают конвекции воздуха через раму

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Кубик льда растаял в открытом термосе с водой, температура льда и воды при этом не изменялась и оставалась равной  $0^{\circ}\text{C}$ . Температура окружающего воздуха была  $+20^{\circ}\text{C}$ . Лед выделял или поглощал энергию в этом процессе ?
  1. Лед поглощал энергию воздуха, отдавал энергию воде
  2. Лед поглощал энергию воздуха, но не отдавал энергию воде
  3. Лед не поглощал и не выделял энергию
  4. **Лед поглощал энергию и воздуха, и воды**
  5. Лед отдавал энергию и воздуху, и воде
2. Во время работы двигателя внутреннего сгорания в цилиндр вместе с бензином поступает воздух. Для чего нужен воздух?
  1. **Для процесса горения бензина и совершения работы в результате расширения при нагревании**
  2. Для совершения работы в результате расширения при нагревании и охлаждении цилиндра
  3. Для выдувания из цилиндра продуктов сгорания бензина и охлаждения цилиндра
  4. Для распыления вредных продуктов сгорания бензина
  5. Только для распыления бензина, впрыскиваемого в цилиндр
3. Показания медицинского термометра после измерения температуры человеческого тела  $37^{\circ}\text{C}$ . Почему эти показания не изменяются после проведения измерения, хотя температура воздуха в комнате  $20^{\circ}\text{C}$ ?
  1. Во время измерения температуры тела человека ртуть в термометре расплавляется и расширяется, заполняя тонкую трубку. После вынимания термометра ртуть охлаждается и замерзает в трубке.
  2. Во время измерения температуры тела человека термометр соприкасается с плотным телом человека от которого поступает много тепла. Поэтому показания термометра изменяются быстро. Воздух обладает очень малой плотностью, поэтому остывание ртути в термометре на воздухе происходит очень медленно
  3. При измерении температуры медицинский термометр держат в горизонтальном положении. Ртуть при расширении переливается через небольшой выступ и заполняет тонкую трубку. Для ее возвращения в исходное положение нужно поставить термометр вертикально.
  4. **У основания трубка термометра сужается. Через это**

**маленькое отверстие ртуть выталкивается в трубку при нагревании. При остывании объем ртути уменьшается, но в пустое место ртуть из трубки не может опуститься, т.к. ее вес меньше силы, необходимой для проталкивания через малое отверстие.**

5. Внутри медицинского термометра имеется специальный механический клапан. Этот клапан пропускает ртуть только в одном направлении. Для возвращения ртути в исходное положение нужно переключить клапан. Клапан переключается встряхиванием термометра.
4. Чему равно давление водорода массой 1 кг, находящегося в сосуде объемом  $2 \text{ м}^3$  при температуре  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Молярная масса водорода  $2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .
  1. 100 кПа
  2. 200 кПа
  3. 400 кПа
  4. **620 кПа**
  5. 750 кПа
5. Каким способом точнее определить температуру горячей воды в стакане?
  1. Опустить термометр в воду, быстро его вынуть и снять показания
  2. Опустить термометр в воду, быстро его вынуть, осушить салфеткой и снять показания
  3. Опустить термометр в воду и быстро снять показания, не вынимая термометр из воды
  4. **Опустить термометр в воду, дождаться когда его показания перестанут изменяться, и снять показания, не вынимая его из воды.**
  5. Опустить термометр в воду, подождать 10-15 минут и снять показания, не вынимая термометр из воды
6. Стакан с водой при температуре  $24 \text{ }^\circ\text{C}$  поставили в морозильную камеру. За 5 минут температура воды снизилась до  $16 \text{ }^\circ\text{C}$ . Сколько еще минут пройдет до полного замерзания всей воды, если скорость отдачи тепла будет такой же? Удельная теплоемкость воды  $4180 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$ . Удельная теплота отвердевания  $332,4 \text{ кДж/кг}$ 
  1. 10 мин
  2. **15 мин**
  3. 50 мин
  4. 60 мин
  5. 65 мин
7. Может ли осуществляться превращение части воды из жидкости в пар без передачи воде тепла извне и без совершения работы?
  1. Такое превращение невозможно
  2. Может, при этом внутренняя энергия оставшейся жидкой воды увеличится
  3. **Может, при этом внутренняя энергия оставшейся жидкой**

### **воды уменьшится**

4. Может, при этом внутренняя энергия оставшейся жидкой воды не изменится
  5. Может, при этом температура оставшейся жидкой воды увеличится.
8. Внутренняя энергия атомарного кислорода массой 32 кг при температуре 27 °С приблизительно равна
1. **7,4 МДж**
  2. 640 кДж
  3. 3,7 МДж
  4. 125 кДж
  5. 1,2 МДж
9. Удельная теплота плавления свинца 22,6 кДж/кг. Какой мощности нагреватель нужен для расплавления за 10 минут 6 кг свинца, нагретого до температуры плавления?
1. 81360 кВт
  2. 13560 Вт
  3. 13,56 Вт
  4. **226 Вт**
  5. 0,226 Вт
10. Внутренняя энергия тела массой 1 кг при его подъеме на 1 м (ускорение свободного падения 10 м/с<sup>2</sup>, внешние условия не изменялись, трением воздуха можно пренебречь)
1. **Не изменилась**
  2. Увеличилась на 10 Дж.
  3. Уменьшилась на 10 Дж.
  4. Увеличилась на 20 Дж.
  5. Уменьшилась на 20 Дж.

### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Термодинамика - наука о закономерностях превращения энергии. Термодинамический метод.
2. Рабочее тело. Какие вещества используются в качестве рабочих тел и почему.
3. Идеальные и реальные газы.
4. Основные параметры состояния рабочего тела. Определения и единицы измерения.
5. Термодинамическая система. Термодинамический процесс.
6. Закон идеального газа ( Бойля - Мариотта, Гей - Люссака, Шарля, Авагадро ).
7. Уравнение состояния идеального газа. Физический смысл газовой постоянной.
8. Понятие о газовой смеси. Отличие в способах задания газовой смеси от однородных газов.
9. Парциальное давление. Определение парциального давления. Массовый и объёмный состав смеси.
10. Что такое теплоёмкость, её виды, единицы измерения, соотношения.
11. Изохорная и изобарная теплоёмкость. Уравнение Майера.

12. От каких параметров и как зависит теплоёмкость. Постоянная теплоёмкость.
13. Переменная теплоёмкость. Когда в расчетах пользуются переменной теплоёмкостью.
14. Среднее и истинное значение теплоёмкости. Определение количества теплоты.
15. Что такое внутренняя энергия. Как определяется изменение внутренней энергии идеального и реального газа.
16. Термодинамическая работа. Определение работы в процессах при помощи  $P, V$  - диаграммы.
17. Привести формулировку первого закона термодинамики. Объяснить смысл аналитического выражения этого закона.
18. Энтальпия. Физический смысл и численное значение.
19. Обратимые и необратимые процессы. Прямые и обратные, равновесные и неравновесные.
20. Описать изохорный процесс идеального газа, сделать его анализ. Диаграммы изохорного процесса.
21. Описать изобарный процесс идеального газа, сделать его анализ. Диаграммы изобарного процесса.
22. Описать изотермический процесс идеального газа, сделать его анализ. Диаграммы изотермического процесса.
23. Описать адиабатный процесс идеального газа, сделать его анализ. Диаграммы адиабатного процесса.
24. Описать политропный процесс идеального газа, сделать его анализ. Диаграммы политропного процесса.
25. Описать круговые процессы. Изобразить в диаграммах.
26. Провести анализ кругового термодинамического процесса. Термический КПД и холодильный коэффициент.
27. Описать прямой цикл Карно и сделать анализ термического КПД цикла.
28. Описать обратный цикл Карно и сделать анализ холодильного коэффициента.
29. Сущность второго закона термодинамики и его основные формулировки.
30. Какая функция называется энтропией и ее назначение.
31. Назначение и принцип работы компрессора.
32. Теоретическая индикаторная диаграмма поршневого компрессора. Её физический смысл.
33. Изотермический процесс сжатия в компрессоре. Работа сжатия и теплота выделявшаяся в процессе сжатия.
34. Адиабатный процесс сжатия в компрессоре. Работа сжатия и теплота выделявшаяся в процессе сжатия.
35. Политропный процесс сжатия в компрессоре. Работа сжатия и теплота выделявшаяся в процессе сжатия.
36. Метод сравнения процесса сжатия в одноступенчатом

компрессоре. Преимущество и недостатки процессов сжатия.

37. Многоступенчатый компрессор. Изображение процесса сжатия в диаграммах, преимущество и недостатки.

38. Классификация и принцип действия двигателей внутреннего сгорания.

39. Изобразить в диаграмме  $P, V$  и  $T, S$  - и дать описание цикла ДВС с подводом теплоты при  $V = \text{const}$ .

40. Изобразить в диаграмме  $P, V$  и  $T, S$  - и дать описание цикла ДВС с подводом теплоты при  $P = \text{const}$ .

41. Изобразить в диаграмме  $P, V$  и  $T, S$  - и дать описание цикла ДВС со смешанным подводом теплоты.

42. Метод сравнения ДВС.

43. Принципиальная схема ГТУ. Изобразить цикл в диаграммах  $P, V$  -  $T, S$  и дать описание процессов, протекающих в ГТУ.

44. Уравнение состояния реального газа и его исследование.

45. Водяной пар - как рабочее тело и теплоноситель. Определение и обозначение разновидностей водяного пара.

46. Уравнение водяного пара и его использование при практических расчетах.

47. Изобразить и описать процессы нагрева воды до точки кипения, парообразование и перегрев пара в  $P, V$  - диаграмме.

48. Изобразить и описать процессы нагрева воды до точки кипения, парообразование и перегрев пара в  $T, S$  - диаграмме.

49. Объясните, за счет чего увеличивается кинетическая энергия струи и скорость истечения из суживающегося сопла.

50. Что такое дросселирование. Уравнение процесса дросселирования.

51. Эффект Джоуля-Томсона. Применение дросселирования в технике.

52. Устройство и принцип действия паросиловой установки. Цикл Ренкина.

53. Способы повышения КПД цикла Ренкина.

54. Промежуточный перегрев пара. Причины промежуточного перегрева пара.

55. Регенеративный цикл паросиловой установки.

56. Теплофикационный цикл паросиловой установки.

57. Паро-компрессорная холодильная машина.

58. Абсорбционная холодильная машина.

59. Влажный воздух. Абсолютная и относительная влажность воздуха.

60. Значение теплопередачи в технике. Историческое развитие науки.

61. Основные способы передачи теплоты.

62. Методы изучения теплопередачи.

63. Градиент температур. Плотность теплового потока.

64. Закон Фурье. Его аналитическое выражение и определение. Коэффициент теплопроводности.

65. Тепловой поток и плотность теплового потока через однослойную плоскую стенку теплопроводностью.

66. Тепловой поток и плотность теплового потока через многослойную плоскую стенку теплопроводностью.
67. Тепловой поток и плотность теплового потока через однослойную цилиндрическую стенку теплопроводностью.
68. Тепловой поток и плотность теплового потока через многослойную цилиндрическую стенку теплопроводностью.
69. Конвективный теплообмен, как совокупный процесс конвекции и теплопроводности.
70. Свободная и вынужденная конвекция.
71. Формула Ньютона - Рихмана, коэффициент теплоотдачи, его физический смысл.
72. Ламинарный и турбулентный режим течения жидкости и его связь с теплообменом.
73. Основы теории подобия.
74. Подобные явления. Признаки и сходства.
75. Основные положения теории подобия.
76. Критерии подобия. Понятие о тепловом подобии.
77. Теплоотдача при тепловом движении жидкости.
78. Теплоотдача при ламинарном движении жидкости в трубах и каналах.
79. Теплоотдача при турбулентном движении жидкости в трубах и каналах.
80. Теплообмен при продольном омывании пучка труб.
81. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной трубы.
82. Теплоотдача при поперечном омывании шахматного и коридорного пучка труб.
83. Теплообмен при конденсации.
84. Теплообмен при кипении.
85. Теплообмен излучением. Основные понятия и определения.
86. Лучеиспускательная способность тел.
87. Закон Планка.
88. Закон Вина.
89. Закон Стефана - Больцмана.
90. Закон Кирхгофа.
91. Закон Ламберта.
92. Лучистый теплообмен между плоскими параллельными пластинами.
93. Лучистый теплообмен между телами произвольной формы.
94. Экраны и их применение.
95. Тепловое излучение газов.
96. Понятие сложного теплообмена.
97. Преобладание конвективной составляющей в сложном теплообмене.
98. Преобладание лучистой составляющей в сложном теплообмене.
99. Понятие о теплопередаче. Коэффициент теплопередачи.

100. Теплопередача через плоскую однослойную стенку.
101. Теплопередача через плоскую многослойную стенку.
102. Теплопередача через цилиндрическую однослойную стенку.
103. Теплопередача через цилиндрическую многослойную стенку.
104. Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции.
105. Назначение и принцип действия теплообменного аппарата.
106. Виды расчета теплообменных аппаратов.
107. Уравнение теплового баланса.
108. Теплопередача в теплообменном аппарате.
109. Изменение температуры рабочих жидкостей вдоль поверхности нагрева в теплообменном аппарате.
110. Средний температурный напор при прямотоке и противотоке.
111. Средний температурный напор при перекрестном токе.

### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

«Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

«Зачтено» ставится в случае, если студент набрал 6 или более баллов.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Техническая термодинамика - наука о закономерностях превращения энергии.	УК-1, ОПК-1	Тест, тест-билет
2	Законы технической термодинамики. Процессы с идеальными газами и круговые циклы.	УК-1, ОПК-1	Тест, тест-билет
3	Реальные газы. Водяной пар. Истечение. Дросселирование. Паросиловые и холодильные циклы. Влажный воздух.	УК-1, ОПК-1	Тест, тест-билет
4	Виды теплообмена. Теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение.	УК-1, ОПК-1	Тест, тест-билет
5	Сложный теплообмен. Теплопередача.	УК-1, ОПК-1	Тест, тест-билет
6	Теплообменные аппараты.	УК-1, ОПК-1	Тест, тест-билет

### **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. Теплотехника, Под ред. В.Н.Лукина : Учеб. пособие /. - 2-е изд., перераб. - М. : Высш. шк., 2004 г.

2. А.П.Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др. Теплотехника Под ред. А.П.Баскакова : Учеб. Пособие /. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1991 г.

3. В. И. Лукьяненко, В. Г. Стогней, В. В. Шкирмина. Теплопередача : учеб. пособие / - Воронеж : ВГТУ, 2005 г.

4. В.И. Лукьяненко, С.В. Дахин, В.Г. Стогней., МУ 64-2009. Метод. указ. по лабораторным работам № 1 - 4 по курсу "Теплотехника" для студ. специальностей 280103 "Защита в чрезвычайных ситуациях" и 280101 "Безопасность жизнедеятельности в техносфере" очной формы обучения / Каф. ТиОГОВЧС - Воронеж: ВГТУ, 2009 г.

**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:**

**8.2.1 Электронная информационная образовательная среда ВГТУ,**  
код доступа: <https://education.cchgeu.ru/>

**8.2.2 Мультимедийные видеофрагменты:**

- Количество теплоты. Первый закон термодинамики
- Ещё об энтропии

- Основы теплотехники. Циклы газотурбинных установок. Цикл Брайтона.
- Основы теплотехники. Получение холода. Циклы холодильных установок
- Тепловые двигатели и их к.п.д. Цикл Карно
- Теплопередача. Виды теплопередачи.

#### 8.2.3 Мультимедийные лекционные демонстрации:

- Кинетическая модель идеального газа. Диффузия газов. Распределение Максвелла
- Изотермы реального газа. Испарение и конденсация
- Термодинамические циклы. Цикл Карно
- Энтропия и фазовые переходы. Агрегатные состояния

#### 8.2.4 Программное обеспечение компьютеров для самостоятельной и аудиторной работы:

- Операционные системы семейства MSWindows;
- Пакет программ семейства MS Office;
- Пакет офисных программ OpenOffice;
- Программа просмотра файлов Djview;
- Программа просмотра файлов формата pdf AcrobatReader;
- Интернет-браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome

#### 8.2.5 Используемые электронные библиотечные системы:

- Модуль книгообеспеченности АИБС «МАРК SQL», код доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/provision/struct/>;
- Университетская библиотека онлайн, код доступа: <http://biblioclub.ru/>;
- ЭБС Издательства «ЛАНЬ», код доступа <http://e.lanbook.com/>;
- ЭБС IPRbooks, код доступа: <http://www.iprbookshop.ru>;

научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, код доступа: <http://elibrary.ru/>.

#### 8.2.6 Информационные справочные системы:

- портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, код доступа <http://fgosvo.ru>;
- единое окно доступа к образовательным ресурсам, код доступа <http://window.edu.ru/>;
- открытый образовательный ресурс НИЯУ МИФИ, код доступа <http://online.mephi.ru/>;
- открытое образование, код доступа: <https://openedu.ru/>;

физический информационный портал, код доступа: <http://phys-portal.ru/index.html>

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лаборатория с компьютерным обеспечением для самостоятельной работы студентов над курсом.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО

## ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Теплофизика» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

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

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.
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 работ, 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 зачетом 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
----------	-----------------------------	----------------------------	--