

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

проф. Василенко В.Н.

«\_25\_» \_мая\_\_\_\_\_ 2023\_г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физические основы теплотехники**

Направление подготовки

**15.03.02 Технологические машины и оборудование**

Профиль подготовки

Инженерия техники пищевых технологий

Квалификация выпускника  
**Бакалавр**

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целями освоения дисциплины «Физические основы теплотехники»**– являются формирования компетентностной модели выпускника, максимально подготовленного к профессиональной деятельности и обладающего необходимым объемом знаний, включая фундаментальные, и ключевыми компетенциями - профессиональными и универсальными.

### Задачи дисциплины:

Основной вид деятельности – научно-исследовательская:

- изучение технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований в области машин, приводов, систем, различных комплексов, машиностроительного производства;

- математическое моделирование машин, приводов, систем, различных комплексов, процессов, оборудования и производственных объектов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования и проведения исследований;

- проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов;

дополнительный вид деятельности – производственно-технологическая:

- обслуживание технологического оборудования, электро-, гидро- и пневмоприводов для реализации производственных процессов;

- обслуживание, доводка, освоение и эксплуатация машин, приводов, систем, различных комплексов;

- участие в работах по доводке и освоению технологического оборудования и технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции;

- наладка, настройка, регулирование и опытная проверка машин, приводов, систем, различных комплексов, технологического оборудования и программных средств;

- проверка технического состояния и остаточного ресурса машин, приводов, систем, различных комплексов, технологического оборудования, организация профилактических осмотров и текущего ремонта; - приемка и освоение вводимого оборудования;

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (таблица).

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-11	Способность проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умение	теплотехническую терминологию, законы получения и преобразования энергии, методы анализа термодинамических цик-	экспериментально определять термодинамические параметры и характеристики теплового оборудования; теп-	- навыками применения теоретических положений теплотехники к решению задач инженерной практики; методами

		осваивать вводимое оборудование	лов, принципы действия теплотехнического оборудования, структуру систем теплоснабжения предприятий соответствующей отрасли; иметь представление о методах интенсификации тепловых процессов и основах рационального использования теплоты	лофизические характеристики теплоносителей, теплоизоляционных материалов, а также обрабатываемого сырья;	стандартных испытаний по определению параметров основных термодинамических процессов; прогрессивными методами эксплуатации тепловых аппаратов; навыками пользования методическими и нормативными материалами, стандартами и техническими условиями на основные тепловые и холодильные аппараты.
2	ПКв-1	Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	основные физические теории, необходимые для решения исследовательских и прикладных задач, связанных с расчетом, подбором и настройкой теплотехнического оборудования	эффективно пользоваться математическим аппаратом, методами и методиками расчета оборудования необходимыми для профессиональной деятельности	знаниями основных законов естественнонаучных дисциплин и фундаментальных разделов математики и физики необходимых для профессиональной деятельности

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина блока 1 вариативной части обязательных дисциплин **«Физические основы теплотехники»** базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных при изучении дисциплин:

*Математика*

*Физика*

*Химия*

Дисциплина «Физические основы теплотехники» – является предшествующей для освоения дисциплин:

Холодильная техника

Процессы и аппараты пищевых производств

Технологическое оборудование тепломассообменных процессов

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего академических часов, ак. ч	Семестр
		4
Общая трудоемкость дисциплины	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>55</b>	<b>55</b>
Лекции	18	18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	18	18

Практические занятия (ПЗ)	36	36
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	36	36
Консультации текущие	1	1
Вид аттестации (зачет)	зачет	зачет
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>53</b>	<b>53</b>
Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	17	17
Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	18	18
Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	18	18

## 5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы	
			в традиционной форме	в форме практической подготовки
1	Техническая термодинамика	1.1 Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики. 1.2 Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Термодинамические процессы рабочих тел. 1.3 Сущность второго закона термодинамики, его основные формулировки 1.4 Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и паросиловых установок	-	54
2	Основы теплопередачи.	2.1 Основные понятия и определения теории теплообмена. 2.2 Теплопроводность. 2.3 Конвективный теплообмен. 2.4 Лучистый теплообмен 2.5 Сложный теплообмен (Теплопередача)	-	54
	Консультации текущие		0,75	
	Вид аттестации (зачет)		1	

### 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час		ПР, час		СРО, час
		в традиционной	в форме практической	в традиционной	в форме практической	

		ной форме	подготовки	ной форме	подготовки	
1.	Техническая термодинамика	-	9	-	18	27
2.	Основы теплопередачи.	-	9	-	18	27

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Техническая термодинамика	1.1 Основные понятия и определения. Первый закон термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Внутренняя энергия. Работа и теплота как форма передачи энергии, p-v диаграмма. Энтальпия. Уравнение первого закона термодинамики для потока	2
		1.2 Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Термодинамические процессы рабочих тел. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный. Свойства реальных газов, уравнения их состояния. Водяной пар. Диаграммы состояния водяного пара. Термодинамические процессы водяного пара.	3
		1.3 Сущность второго закона термодинамики, его основные формулировки. T-s диаграмма. Прямой и обратный циклы Карно, их назначение. Термический КПД и холодильный коэффициент.	2
		1.4 Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и паросиловых установок	2
2	Основы теплопередачи	2.1 Основные понятия и определения теории теплообмена. Механизмы передачи теплоты.	1
		2.2 Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок.	2
		2.3 Конвективный теплообмен. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Основы теории подобия. Физический смысл основных критериев подобия. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объеме. Теплообмен при изменении агрегатного состояния: кипении и конденсации. Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации	2
		2.4 Лучистый теплообмен. Основные законы лучистого теплообмена. Защита от теплового излучения.	2
		2.5 Сложный теплообмен (Теплопередача) Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую стенки. Ко-	2

		эффицент теплопередачи. Пути интен- сификации теплопередачи.	
--	--	---	--

### 5.2.2 Лабораторный практикум не предусмотрен

### 5.2.3 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость, час
1.	Техническая термодинамика	Определение изобарной теплоемкости воздуха и удельной теплоты парообразования воды	4
		Исследование равновесных процессов в идеальных газах	6
		Определение термодинамических параметров водяного пара. Термодинамические таблицы водяного пара.	4
		Сравнительный анализ циклов двигателей внутреннего сгорания, паро- и газотурбинных установок	4
2	Основы теплопередачи	Конвективный теплообмен при свободном и вынужденном движении воздуха	4
		Определение степени черноты тела	4
		Определение коэффициента теплоотдачи и удельного теплового потока при теплообмене между горячими газами и холодным теплоносителем через разделяющую их стенку	6
		Определение поверхности нагрева рекуперативного теплообменного аппарата	4

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1.	Техническая термодинамика	Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9
		Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9
		Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	9
2.	Основы теплопередачи	Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9
		Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9

		Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	9
--	--	--	---

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Гдалев А.В., Козлов А.В., Сапронова Ю.И., Майоров С.Г. Теплотехника. – Научная книга 2012 – *Электронная библиотечная система «IPRbook»*  
<http://www.iprbookshop.ru/6350.html>
2. Лекции по теплотехнике. – Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011– *Электронная библиотечная система «IPRbook»*  
<http://www.iprbookshop.ru/21604.html>
3. Зеленцов Д.В. Техническая термодинамика. – Самарский архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012 – *Электронная библиотечная система «IPRbook»*  
<http://www.iprbookshop.ru/20525.html>
4. Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Теплотехника. – Лань ,2012 – *Электронная библиотечная система «Лань»*  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3900](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3900)
5. А.М. Архаров, В.Н. Афанасьев Теплотехника: учебник для студ. Вузов, обуч. По направлению «Энергомашиностроение». – М: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2010

### 6.2 Дополнительная литература

1. Синявский Ю.В. Сборник задач по курсу теплотехника. – ГИОРД, 2010– *Электронная библиотечная система «IPRbook»* <http://www.iprbookshop.ru/15931.html>
2. Маркин В.К., Свинцов В.Я., Губа О.Е. Техническая термодинамика. Теплообмен. – Астраханский инженерно-строительный институт, ЭБС АСВ, 2009– *Электронная библиотечная система «IPRbook»*. <http://www.iprbookshop.ru/17063.html>
3. Толстов С.А. Теплотехника: учебное пособие. – Воронеж - 2010
4. Немцев З.Ф., Арсеньев Г.В. Теплоэнергетические установки и теплоснабжение.-М.: Энергоиздат, 1982.
5. Расчетные «Eureka» Сайт ВГТА <http://cnit.vgta.vrn.ru/> Кафедра промышленной энергетики
6. УМК по дисциплине <http://cnit.vgta.vrn.ru/>

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

- 1.ЭУМК в СДО MOODLE

#### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru/defaultx.asp?">http://www.elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://www.window.edu.ru/">http://www.window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.ru/megapro/web</a>

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

Используемые виды информационных технологий:

- «электронная»: персональный компьютер и информационно-поисковые (справочно-правовые) системы;
- «компьютерная» технология: персональный компьютер с программными продуктами разного назначения (ОС Windows; MSOffice; СПС «Консультант плюс»);
- «сетевая»: локальная сеть университета и глобальная сеть Internet.

#### 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <https://vsuet.ru>.

Для проведения учебных занятий используются:

Ауд. № 311 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Лабораторный стенд - "Мир-эм" (10 шт.)
Ауд. № 329 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Лабораторный стенд - "ЛЭС" (8 шт.), лабораторный стенд "ЭВ" (2 шт.)
Ауд. № 333 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Лабораторный стенд "СИПЭМ" (3 шт.), лабораторный стенд "ЭВ" (2 шт.), мультимедийный проектор BENQ MS500 в комплекте с экраном, компьютер

Самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

- Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.
- Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **8.1 Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:**

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

8.2 Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
к рабочей программе

**1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
	акад,	акад,
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т.ч, аудиторные занятия:</b>	<b>15,8</b>	<b>15,8</b>
Лекции	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	6	6
Практические занятия	8	8
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	8	8
Рецензирование контрольной работы	0,8	0,8
Консультации текущие	0,9	0,9
Виды аттестации (зачет)	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>88,3</b>	<b>88,3</b>
Контрольная работа	9,2	9,2
- оформление текста контрольной	4,6	4,6
- создание чертежей	4,6	4,6
Проработка материалов по конспекту лекций	30	30
Проработка материалов по учебникам, учебным пособиям	38,7	38,7
Подготовка к практическим занятиям:	10,4	10,4
- оформление текста отчетов	2,4	2,4
- выполнение расчетов	8	8
<b>Подготовка к зачету (контроль)</b>	<b>3,9</b>	<b>3,9</b>

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**Физические основы теплотехники**

## 1. Перечень компетенция с указанием этапов формирования компетенций

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-11	Способность проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умение осваивать вводимое оборудование	теплотехническую терминологию, законы получения и преобразования энергии, методы анализа термодинамических циклов, принципы действия теплотехнического оборудования, структуру систем теплоснабжения предприятий соответствующей отрасли; иметь представление о методах интенсификации тепловых процессов и основах рационального использования теплоты	экспериментально определять термодинамические параметры и характеристики теплового оборудования; теплофизические характеристики теплоносителей, теплоизоляционных материалов, а также обрабатываемого сырья;	- навыками применения теоретических положений теплотехники к решению задач инженерной практики; методами стандартных испытаний по определению параметров основных термодинамических процессов; прогрессивными методами эксплуатации тепловых аппаратов; навыками пользования методическими и нормативными материалами, стандартами и техническими условиями на основные тепловые и холодильные аппараты.
2	ПКв-1	Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	основные физические теории, необходимые для решения исследовательских и прикладных задач, связанных с расчетом, подбором и настройкой теплотехнического оборудования	эффективно пользоваться математическим аппаратом, методами и методиками расчета оборудования необходимыми для профессиональной деятельности	знаниями основных законов естественных наук и фундаментальных разделов математики и физики необходимых для профессиональной деятельности

## 2. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1.	Техническая термодинамика	ПК-11 ПКв-1	Тест	63-105	Компьютерное тестирование
			Собеседование (зачет)	1-19	Контроль преподавателем
			Практические занятия (собеседование, вопросы к защите практических занятий)	45-55	Защита практического занятия
			Кейс-задача	38-39	Проверка кейс-задания
2.	Основы теплопередачи.	ПК-11 ПКв-1	Тест	106-203	Компьютерное тестирование
			Собеседование (зачет)	20-37	Контроль преподавателем
			Практические занятия (собеседование, вопросы к защите практических за-	56-62	Защита практического занятия

			нятий		
			Кейс-задача	40-44	Проверка кейс-задания

### 3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 3.1 Собеседование (зачет)

- ПК – 11 – *Способность проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умение осваивать вводимое оборудование;*
- ПКв – 1 – *Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.*

Номер вопроса	Текст вопроса
1	Термодинамическая система. Рабочее тело.
2	Основные термодинамические параметры состояния.
3	Термодинамический процесс. Уравнение состояния.
4	Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.
5	Реальный газ. Уравнение состояния реального газа.
6	Внутренняя энергия.
7	Работа расширения и сжатия. Графическое изображение работы.
8	Первый закон термодинамики.
9	Теплоемкость газов. Зависимости между теплоемкостями.
10	Энтальпия, энтропия. Графическое изображение теплоты.
11	Второй закон термодинамики. Термический КПД.
12	Цикл Карно. Обратный цикл Карно.
13	Термодинамические процессы идеального газа.
14	Водяной пар. T-s и p-v диаграммы водяного пара. i-s диаграмма водяного пара. Термодинамические процессы для водяного пара.
15	Влажный воздух. Влажность воздуха. Влагосодержание.
16	Дросселирование газов и паров.
17	Термодинамический анализ процессов в компрессоре.
18	Циклы ДВС
19	Циклы паросиловых и газотурбинных установки.
20	Способы передачи теплоты.
21	Основной закон теплопроводности.
22	Коэффициент теплопроводности.
23	Перенос теплоты через однородную плоскую стенку.
24	Перенос теплоты через многослойную плоскую стенку.
25	Перенос теплоты через однородную цилиндрическую стенку.
26	Основной закон конвективного теплообмена.
27	Безразмерные критерии теплоотдачи.
28	Теплоотдача при кипении.
29	Теплоотдача при конденсации.
30	Лучистый теплообмен. Основные понятия и определения.
31	Основные законы лучистого теплообмена.
32	Защита от теплового излучения.
33	Сложный теплообмен.
34	Теплопередача между двумя жидкостями через стенку.
35	Интенсификация теплопередачи.
36	Тепловая изоляция.
37	Теплообменные аппараты

### 3.2 Кейс –задачи (задания) к зачету

- ПК – 11 – *Способность проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умение осваивать вводимое оборудование;*
- ПКв – 1 – *Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.*

Номер вопроса	Кейс-задания
38	<b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на пищевом предприятии. Для хранения сжатых газов на предприятие поступили технологические резервуары. Вам поставлена задача проверить пригодность этих резервуаров для хранения газа в холодный период. <b>Задание:</b> Определить максимально допустимое давление газа в резервуаре при его хранении в зимний период
39	<b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на пищевом предприятии. Вам поставлена для перемещения сыпучих материалов внедрить пневмотранспорт. <b>Задание:</b> Подобрать компрессионную установку для обеспечения заданных режимов транспортирования с учетом производительности пневмотранспортера.
40	<b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на пищевом предприятии. Вам поставлена задача уменьшить потери теплоты от технологических трубопроводов. <b>Задание:</b> пользуясь методом анализа размерностей, получить зависимость для расчета критического радиуса теплоизоляции на трубе, выбрать и обосновать выбор теплоизоляции.
41	<b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на на пищевом предприятии. При проведении технологического процесса необходимо нагреть воду (или другую технологическую жидкость) от начальной температуры $t_1$ до конечной $t_2$ насыщенным водяным паром. Объемный расход воды и давление пара известны. <b>Задание:</b> Подобрать необходимый теплообменный аппарат.
42	<b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на пищевом предприятии. На предприятии имеется не использующийся теплообменный аппарат (техническая характеристика известна). При проведении технологического процесса необходимо нагреть воду (или другую технологическую жидкость) от начальной температуры $t_1$ до конечной $t_2$ насыщенным водяным паром. <b>Задание:</b> Проверить пригодность данного теплообменника для заданного технологического процесса.
43	<b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на пищевом предприятии. Вам поставлена задача: для защиты от перегрева некоторых элементов технологического оборудования требуется уменьшить лучистый теплообмен. <b>Задание:</b> Обеспечить меры для снижения теплового потока излучением.
44	<b>Ситуация:</b> Вы работаете механиком на на пищевом предприятии. Вам поставлена задача увеличить вместимость камер хранения, охлаждения и заморозки. <b>Задание:</b> По известной величине теплопритоков и эксплуатационной характеристики (холодопроизводительности, типоразмеру, температуре хранения, охлаждения или замораживания, виду продукта) подобрать основное и вспомогательное оборудование холодильного агрегата.

### 3.3 Защита практических занятий

- ПК – 11 – *Способность проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умение осваивать вводимое оборудование;*
- ПКв – 1 – *Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.*

Номер вопроса	Текст вопросов практических занятий
45	Универсальная газовая постоянная. Ее физический смысл и численное значение.
46	Уравнение состояния для газовой смеси, определение газовой постоянной смеси.

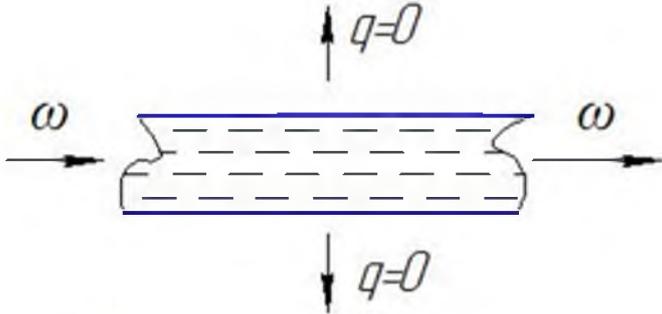
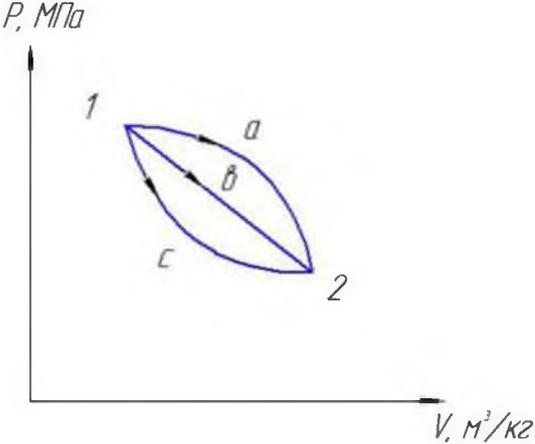
47	Термодинамический процесс (равновесный, неравновесный, обратимый, необратимый).
48	Основные газовые процессы, графическое изображение процессов в P-V и T-S-координатах.
49	Массовая, объемная и мольная теплоемкости. Взаимосвязь между ними.
50	Определение средней теплоемкости.
51	Теплоемкости при постоянном объеме и постоянном давлении
52	Уравнение теплоемкости в дифференциальной форме.
53	Парообразование жидкости; сущность процессов кипения и испарения жидкости.
54	Изобарный процесс перехода жидкости в перегретый пар в P-v и T-s- диаграммах.
55	Жидкость на линии насыщения, влажный насыщенный пар, сухой насыщенный пар, перегретый пар.
56	Установившийся и неуставившийся тепловой режимы.
57	Температурное поле, стационарное и нестационарное, стационарное поле трехмерное, двумерное и одномерное.
58	Коэффициент теплопроводности, факторы, влияющие на величину коэффициента теплопроводности.
59	Свободное и вынужденное движение жидкости.
60	Сущность теории подобия, критерия теплового подобия, их физический смысл.
61	Понятия: определяющая температура, определяющий размер.
62	Критериальные уравнения в неявном виде для различных случаев конвективной передачи, их анализ.

### 3.4 Тесты (тестовые задания к зачету)

- ПК – 11 – Способность проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умение осваивать вводимое оборудование;
- ПКв – 1 – Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Номер вопроса	Тест (тестовое задание)
63	<p>Термодинамическая система это ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> совокупность материальных тел, находящихся в механическом и тепловом взаимодействии друг с другом и с окружающими систему внешними телами</li> <li>• <input type="radio"/> выделенное отдельное макроскопическое тело</li> <li>• <input type="radio"/> выделенные макроскопические тела, взаимодействующие между собой</li> </ul>
64	<p>Основные термодинамические параметры состояния:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> - p, v, T</li> <li>• <input type="radio"/> - u, q, l</li> <li>• <input type="radio"/> - i, s, u</li> </ul>
65	<p>Абсолютное давление p определяется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>p = B + p_m</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>p = B - p_m</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>p = p_m + p_{вак}</math></li> </ul>
66	<p>Уравнение состояния:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>f(p, v, T) = 0</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>f(p, v, T) = 1</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>f(p, v, T) = const</math></li> </ul>
67	Уравнение состояния это

	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> уравнение, описывающее характер протекания термодинамического процесса</li> <li><input type="radio"/> функциональная связь между параметрами состояния</li> <li><input type="radio"/> уравнение, описывающее состояние рабочего тела</li> </ul>
68	Термодинамическим процессом называется <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> изменение состояния термодинамической системы во времени</li> <li><input type="radio"/> значение параметров состояния в начале и конце процесса</li> </ul>
69	Состояние идеального газа описывается уравнением <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>pV=RT</math></li> <li><input type="radio"/> <math>pV=const</math></li> <li><input type="radio"/> <math>pV=RT</math></li> </ul>
70	Теплоемкость это: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> - количество теплоты, которое необходимо подвести к телу, чтобы повысить его температуру на один градус</li> <li><input type="radio"/> - энергетическая характеристика процесса</li> <li><input type="radio"/> - способность тела передавать теплоту</li> </ul>
71	Отношение работы, производимой двигателем за цикл, к количеству теплоты, подведенной за этот цикл от горячего источника, называется: <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> термическим КПД цикла</li> <li><input type="radio"/> холодильным коэффициентом</li> <li><input type="radio"/> коэффициентом теплопроводности</li> <li><input type="radio"/> коэффициентом использования теплоты</li> </ul>
72	Работа расширения в процессе 1-2 (изображенный на рисунке) равна: <div style="text-align: center;"> <p>The diagram shows a P-V plot. The vertical axis is labeled <math>P, \text{MPa}</math> and has tick marks at 0.4 and 0.1. The horizontal axis is labeled <math>V, \text{m}^3/\text{kg}</math>. A vertical line segment connects point 1 at <math>P=0.4</math> to point 2 at <math>P=0.1</math>. Dashed lines indicate the pressure levels for each state.</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> 0,4 КДж</li> <li><input type="radio"/> 0 КДж</li> <li><input type="radio"/> 0,3 МДж</li> <li><input type="radio"/> 0,3 КДж</li> </ul>

73	<p>Изображенный на рисунке трубопровод с горячей водой является:</p>  <p>The diagram shows a horizontal pipe with flow velocity <math>\omega</math> entering from the left and exiting to the right. Above and below the pipe, there are arrows pointing towards it labeled <math>q=0</math>, indicating no heat exchange with the surroundings.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -адиабатной термодинамической системой</li> <li>• <input type="radio"/> -открытой и адиабатной термодинамической системой</li> <li>• <input type="radio"/> -открытой термодинамической системой</li> <li>• <input type="radio"/> -изолированной термодинамической системой</li> </ul>
74	<p>Неравновесность приводит всегда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -к увеличению работы рабочего тела</li> <li>• <input type="radio"/> -к уменьшению энтропии</li> <li>• <input type="radio"/> -к потере части работы</li> <li>• <input type="radio"/> -к увеличению энтальпии</li> </ul>
75	<p>Наименьшая работа совершается в процессе:</p>  <p>The diagram is a P-V plot with pressure <math>P</math> in MPa on the vertical axis and volume <math>V</math> in <math>\text{m}^3/\text{kg}</math> on the horizontal axis. A cycle is shown between two states, 1 and 2. Process 'a' is a curved path from 1 to 2. Process 'b' is a straight line from 1 to 2. Process 'c' is a curved path from 1 to 2 that is concave towards the origin.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -1с2</li> <li>• <input type="radio"/> -1а2</li> <li>• <input type="radio"/> -1а2 и 1в2</li> <li>• <input type="radio"/> -1в2</li> </ul>
76	<p>Если в точке 1 <math>R = 300 \text{ Дж(кг К)}</math>, <math>T_1 = 1000\text{К}</math>, <math>v_1 = 3 \text{ м}^3/\text{кг}</math>, то давление в процессе 1-2 равно:</p>

-1 Мпа  
 -0,1 Мпа  
 -1000 Кпа  
 -10000 Па

77

Насыщенным называется пар, находящийся :

- в термическом и динамическом равновесии с жидкостью, из которой он образуется
- в динамическом равновесии с жидкостью, из которой он образуется
- в термическом равновесии с жидкостью, из которой он образуется
- в статическом равновесии с жидкостью, из которой он образуется

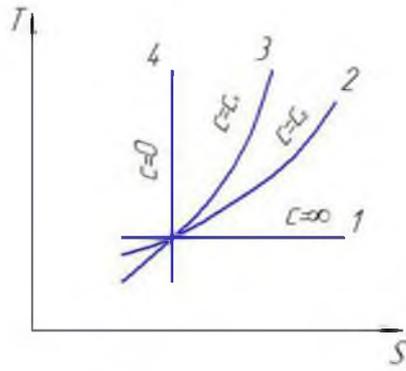
78

Изобарным является процесс:

- 1
- 2
- 3
- 4

79

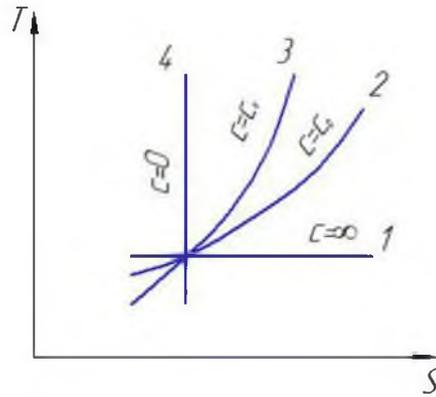
Изохорным является процесс:



- 1
- 2
- 3
- 4

80

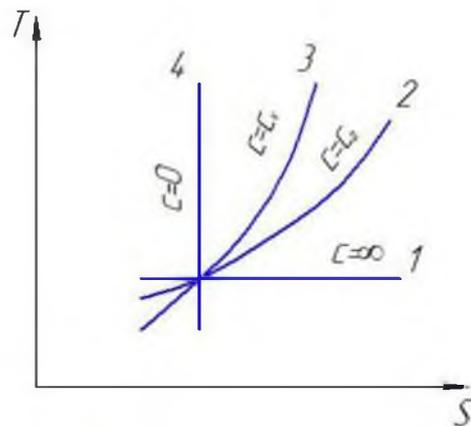
Изотермическим является процесс:



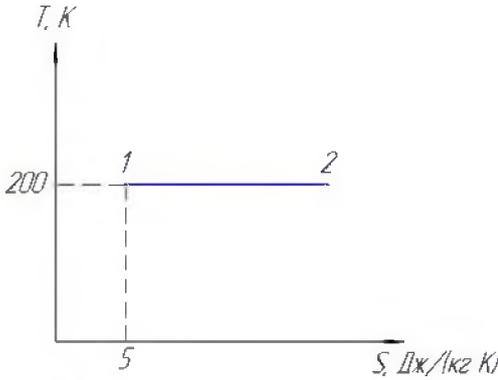
- 1
- 2
- 3
- 4

81

Адиабатным является процесс:



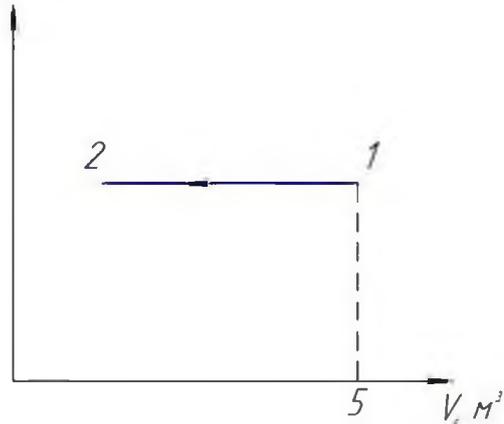
- 1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> 2</li> <li>• <input type="radio"/> 3</li> <li>• <input type="radio"/> 4</li> </ul>
82	<p>Насыщенный пар, в котором отсутствуют взвешенные частицы жидкой фазы, называют:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -сухим насыщенным паром</li> <li>• <input type="radio"/> -влажным паром</li> <li>• <input type="radio"/> -перегретым паром</li> <li>• <input type="radio"/> -влажным перегретым паром</li> </ul>
83	<p>Пар, температура которого превышает температуру насыщенного пара того же давления, называют:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -сухим насыщенным паром</li> <li>• <input type="radio"/> -влажным паром</li> <li>• <input type="radio"/> -перегретым паром</li> <li>• <input type="radio"/> -влажным перегретым паром</li> </ul>
84	<p>Двухфазная смесь, представляющая собой пар со взвешенными в нем каплями жидкости, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -сухим насыщенным паром</li> <li>• <input type="radio"/> -влажным насыщенным паром</li> <li>• <input type="radio"/> -перегретым паром</li> <li>• <input type="radio"/> -влажным перегретым паром</li> </ul>
85	<p>Степенью сухости пара называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> -массовая доля сухого насыщенного пара во влажном паре</li> <li>• <input type="radio"/> -массовая доля перегретого пара во влажном паре</li> <li>• <input type="radio"/> -массовая доля влажного насыщенного пара в сухом паре</li> <li>• <input type="radio"/> -массовая доля сухого насыщенного пара в перегретом паре</li> </ul>
86	<p>Количество теплоты в процессе 1-2 равно 500 Дж/кг. Чему равна <a href="#">ЭНТРОПИЯ</a> в точке 2?</p>  <p>The diagram shows a temperature-entropy (T-s) plot. The vertical axis is labeled T, K and has a tick mark at 200. The horizontal axis is labeled S, Дж/(кг К) and has a tick mark at 5. A vertical dashed line goes from S=5 to a point labeled 1. A horizontal dashed line goes from T=200 to point 1. A horizontal blue line goes from point 1 to a point labeled 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> 7,5 Дж/(кг К)</li> <li>• <input type="radio"/> 20 Дж/(кг К)</li> <li>• <input type="radio"/> 0 Дж/(кг К)</li> <li>• <input type="radio"/> 6 Дж/(кг К)</li> </ul>

87

Чему равен объем газа в точке 2 процесса 1-2, если  $T_1 = 1000\text{K}$ ,  $T_2 = 200\text{K}$ ,  $V_1 = 5\text{м}^3$ :

$P, \text{МПа}$

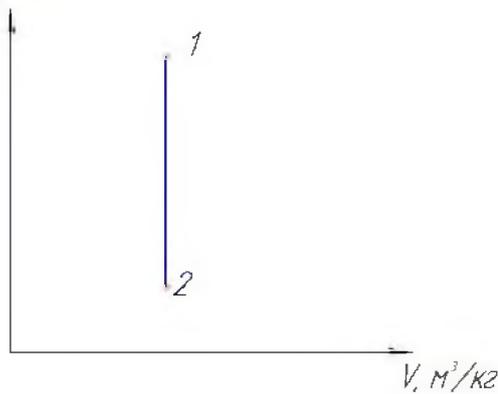


- 100м3
- 10м3
- 1м3
- 20м3

88

Чему равно давление в точке 1 процесса 1-2, изображенного на рисунке, если  $T_1 = 400\text{K}$ ,  $T_2 = 40\text{K}$ ,  $p_2 = 1\text{Кпа}$ ?

$P, \text{МПа}$



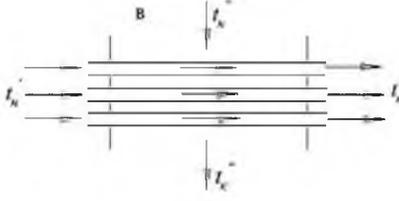
- 10 Кпа
- 100 Кпа
- 100 Мпа
- 10 Мпа

90	<p>Площадь под линией процесса 1-с-2 является:  <math>P, \text{ МПа}</math></p> <p style="text-align: right;"><math>V, \text{ м}^3/\text{кг}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> - работой расширения</li> <li>• <input type="radio"/> - изменением внутренней энергии</li> <li>• <input type="radio"/> - количеством теплоты</li> <li>• <input type="radio"/> - работой сжатия</li> </ul>
91	<p>Соплом называют устройство, предназначенное для преобразования внутренней энергии сжатого газа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> в кинетическую энергию струи</li> <li>• <input type="radio"/> в потенциальную энергию струи</li> <li>• <input type="radio"/> в кинетическую и потенциальную энергию струи</li> </ul>
92	<p>В соплах происходит расширение газа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> с уменьшением давления (<math>dp &lt; 0</math>) и увеличением скорости</li> <li>• <input type="radio"/> с уменьшением давления (<math>dp &lt; 0</math>) и уменьшением скорости.</li> <li>• <input type="radio"/> с увеличением давления (<math>dp &gt; 0</math>) и увеличением скорости.</li> <li>• <input type="radio"/> с увеличением давления (<math>dp &gt; 0</math>) и уменьшением скорости.</li> </ul>
93	<p>Эти выражения справедливы для:  <math>c_n = c_v, n = \pm \infty</math>;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
94	<p>Эти выражения справедливы для:  <math>c_n = c_p, n = 0</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
95	<p>Эти выражения справедливы для:  <math>c_n = \infty, n = \lim_{c_n \rightarrow \infty} \frac{c_n - c_p}{c_n - c_v} = 1</math></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
96	<p>Эти выражения справедливы для:  <math>c_n = 0, n = k.</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
97	<p>Это выражение справедливо для:  <math>q = c_p(T_2 - T_1);</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
98	<p>Это выражение справедливо для:  <math>q = c_v(T_2 - T_1).</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
99	<p>Это выражение справедливо для:  <math>q = l = \int_{v_1}^{v_2} p dv = \int_{v_1}^{v_2} \frac{R \cdot T}{v} dv = R \cdot T \cdot \ln(v_2 / v_1);</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
100	<p>Это выражение справедливо для:  <math>l = p(v_2 - v_1);</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
101	<p>Эти выражения справедливы для:  <math>u_2 - u_1 = 0; \quad i_2 - i_1 = 0.</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
102	<p>Это выражение справедливо для:</p> $i_2 - i_1 = u_2 - u_1 + p(v_2 - v_1) = c_p(T_2 - T_1) = q;$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
103	<p>Это выражение справедливо для:</p> $u_2 - u_1 = -l = \frac{R}{k-1}(T_2 - T_1);$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
104	<p>Это выражение справедливо для:</p> $i_2 - i_1 = \left(\frac{R}{k-1} + R\right)(T_2 - T_1) = \frac{kR}{k-1}(T_2 - T_1);$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> адиабатного процесса</li> </ul>
105	<p>Это выражение справедливо для:</p> $l = \frac{R}{n-1}(T_1 - T_2) = (c_v - c_n)(T_1 - T_2)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> изохорного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изобарного процесса</li> <li>• <input type="radio"/> изотермического процесса</li> <li>• <input type="radio"/> политропного процесса</li> </ul>
106	<p>Теплота может распространяться:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> только в веществах</li> <li>• <input type="radio"/> - в любых веществах и даже через вакуум</li> <li>• <input type="radio"/> - только через вакуум</li> </ul>
107	<p>Существуют способы передачи теплоты...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> теплопроводность, конвенция и излучение</li> <li>• <input type="radio"/> теплоотдача и излучение</li> <li>• <input type="radio"/> теплопередача и конвенция</li> </ul>
108	<p>Теплопроводность это...</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты в веществах микрочастицами</li> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты микрообъёмами</li> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты электромагнитными волнами</li> </ul>
109	<p>Конвенция это...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты при помощи микрочастиц</li> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты вместе с макроскопическими объёмами вещества</li> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты при помощи волн</li> </ul>
110	<p>Излучение это...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты при помощи электромагнитных волн</li> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты микрочастицами</li> <li>• <input type="radio"/> перенос теплоты макрообъёмами</li> </ul>
111	<p>Температурное поле это...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> совокупность значений температур во всех точках тела в данный момент времени</li> <li>• <input type="radio"/> совокупность значений температуры во всех точках тела</li> <li>• <input type="radio"/> совокупность значений температуры в данной точке тела в данный момент времени</li> </ul>
112	<p>Изотермическая поверхность это...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> поверхность, на которой температура одинакова</li> <li>• <input type="radio"/> геометрическое место точек, температура в которых одинакова</li> <li>• <input type="radio"/> геометрическое место точек, температура в которых имеет своё значение</li> </ul>
113	<p>Формулировка закона Фурье</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью пропорционален градиенту температуры</li> <li>• <input type="radio"/> вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью равен градиенту температуры</li> <li>• <input type="radio"/> вектор плотности теплового потока, передаваемого теплопроводностью обратно пропорционален градиенту температуры</li> </ul>
114	<p>Коэффициент теплопроводности...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> характеризует способность данного вещества проводить теплоту</li> <li>• <input type="radio"/> характеризует способность данного вещества пропускать через себя тепловое излучение</li> <li>• <input type="radio"/> характеризует состояние поверхности вещества</li> </ul>
115	<p>Коэффициент теплопроводности зависит...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> только от материала</li> <li>• <input type="radio"/> от материала, температуры, давления, пористости, влажности, состояния поверхности</li> <li>• <input type="radio"/> от температуры</li> </ul>
116	<p>На рисунке изображен</p>

	 <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> прямоточный теплообменник</li> <li><input type="radio"/> противоточный теплообменник</li> <li><input type="radio"/> перекрестный теплообменник</li> </ul>
117	<p>Математически температурное поле в общем виде описывается уравнением...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>t = f(x, y, z, )</math></li> <li><input type="radio"/> <math>t = f(x)</math></li> <li><input type="radio"/> <math>t = f(x, y, z)</math></li> </ul>
118	<p>Основной закон теплопроводности...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>q = -\lambda \cdot \text{grad}(t)</math></li> <li><input type="radio"/> <math>q = u + l</math></li> <li><input type="radio"/> <math>q = TdS</math></li> </ul>
119	<p>Градиент температуры для плоской стенки...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>\text{grad}(t) = dt/dx</math></li> <li><input type="radio"/> <math>\text{grad } t = q/\lambda</math></li> <li><input type="radio"/> <math>\text{grad } t = dt/\lambda</math></li> </ul>
120	<p>Плотность теплового потока через плоскую стенку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>q = (t_{c1} - t_{c2}) \cdot \lambda / \delta</math></li> <li><input type="radio"/> <math>q = (t_{c1} - t_{c2}) \cdot \lambda / R</math></li> <li><input type="radio"/> <math>q = -\lambda \text{grad } t</math></li> </ul>
121	<p>Тепловая проводимость...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>(\lambda \cdot F) / \delta</math></li> <li><input type="radio"/> <math>\delta / (\lambda \cdot F)</math></li> <li><input type="radio"/> <math>TdS</math></li> </ul>
122	<p>Термическое сопротивление стенки...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>\delta / (\lambda \cdot F)</math></li> <li><input type="radio"/> <math>(\lambda \cdot F) / \delta</math></li> <li><input type="radio"/> <math>TdS</math></li> </ul>
123	<p>Термическое сопротивление цилиндрической стенки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>(1 / (2\pi \cdot \lambda \cdot l)) \ln(d_2 / d_1)</math></li> <li><input type="radio"/> <math>\delta / \lambda \cdot F</math></li> <li><input type="radio"/> <math>(\lambda \cdot F) / \delta</math></li> </ul>
124	<p>Уравнение для расчёта теплового потока через цилиндрическую стенку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>Q = (t_{c1} - t_{c2}) / ((1 / (2\pi \cdot \lambda \cdot l)) \ln(d_2 / d_1))</math></li> <li><input type="radio"/> <math>Q = (t_{c1} - t_{c2}) / R</math></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>q=(t_{c1} - t_{c2})/\delta</math></li> </ul>
125	<p>Формула расчета теплового потока через плоскую стенку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Q = \lambda \cdot F \cdot (t_{c1} - t_{c2}) / \delta</math></li> <li>• <math>Q = U \cdot L</math></li> <li>• <math>Q = \alpha \cdot F \cdot (t_{c1} - t_{c2})</math></li> </ul>
126	<p>Градиент температуры для цилиндрической стенки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{grad } t = dt/dx</math></li> <li>• <math>\text{grad } t = dt/dr</math></li> <li>• <math>\text{grad } t = -(q/x)</math></li> </ul>
127	<p>Процесс теплообмена между поверхностью твёрдого тела и жидкостью называют...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теплопроводностью</li> <li>• излучением</li> <li>• термическим сопротивлением</li> <li>• теплоотдачей</li> </ul>
128	<p>Теплоотдача это...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• процесс теплообмена между поверхностью твёрдого тела и жидкостью</li> <li>• процесс теплообмена между поверхностями твёрдого тела</li> <li>• процесс теплообмена внутри жидкости</li> </ul>
129	<p>Уравнение Ньютона-Рихмана для теплоотдачи имеет вид:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Q = \alpha \cdot F \cdot  t_c - t_{ж} </math></li> <li>• <math>Q = U \cdot L</math></li> <li>• <math>q = -\lambda \text{grad } t</math></li> </ul>
130	<p>Коэффициент теплоотдачи...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• характеризует интенсивность процесса теплоотдачи</li> <li>• характеризует способность тела проводить тепло</li> <li>• характеризует свойства тела</li> </ul>
131	<p>Коэффициент теплоотдачи зависит...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• от физических свойств жидкости (газа) и характере её движения</li> <li>• от температуры</li> <li>• от рода рабочего тела</li> </ul>
132	<p>Различают конвекцию...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• естественную и вынужденную</li> <li>• естественную и свободную</li> <li>• ограниченную и объёмную</li> </ul>
133	<p>Естественная конвекция возникает...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• за счет теплового расширения жидкости, нагретой около теплоотдающей поверхности</li> <li>• за счет внешнего источника воздействия на рабочее тело (вентилятора, насоса...)</li> </ul>

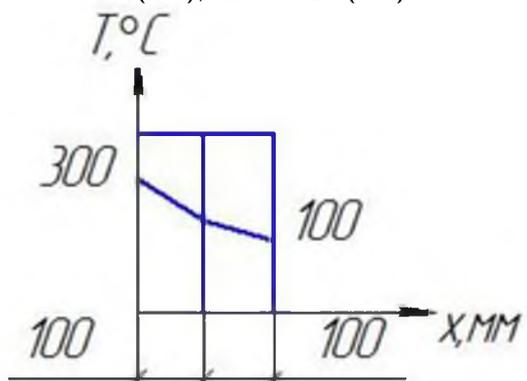
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> из-за перепада давления жидкости около теплоотдающей поверхности</li> </ul>
134	<p>Вынужденная конвекция...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> возникает в результате внешнего воздействия, причем в результате это воздействия создаётся перепад давления, являющийся движущей силой</li> <li>• <input type="radio"/> возникает в результате разности температур</li> <li>• <input type="radio"/> возникает самопроизвольно</li> </ul>
135	<p>Критерий Нуссельта ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> представляет собой безразмерный коэффициент теплоотдачи</li> <li>• <input type="radio"/> является табличной величиной для данного рабочего тела</li> <li>• <input type="radio"/> характеризует скорость движения жидкости</li> </ul>
136	<p>Критерий Рейнольда...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> выражает отношение сил инерции к силам вязкого трения</li> <li>• <input type="radio"/> является теплофизической константой</li> <li>• <input type="radio"/> выражает отношение подъёмной силы к скоростному напору</li> </ul>
137	<p>Критерий Прандтля...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> характеризует теплофизические свойства вещества и является теплофизической константой</li> <li>• <input type="radio"/> является безразмерным коэффициентом теплоотдачи</li> <li>• <input type="radio"/> характеризует режим движения жидкости</li> </ul>
138	<p>Критерий Грасгофа...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> характеризует отношение подъёмной силы, возникающей вследствие теплового расширения жидкости, к силам вязкости</li> <li>• <input type="radio"/> характеризует отношение скоростного напора к силам вязкости</li> <li>• <input type="radio"/> является безразмерным коэффициентом теплоотдачи</li> </ul>
139	<p>Различают режимы движения жидкости...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> ламинарный и турбулентный</li> <li>• <input type="radio"/> естественный и вынужденный</li> <li>• <input type="radio"/> переходный и установившийся</li> </ul>
140	<p>Критерий Нуссельта...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>Nu = (\alpha \cdot l) / \lambda</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>Nu = (\omega \cdot l) / \nu</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>Nu = (c \cdot \rho \cdot v) / \lambda</math></li> </ul>
141	<p>Критерий Рейнольдса...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>Re = (\alpha \cdot l) / \lambda</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>Re = (\omega \cdot l) / \nu</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>Re = (c \cdot \rho \cdot v) / \lambda</math></li> </ul>
142	<p>Критерий Прандтля...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> <math>Pr = (\alpha \cdot l) / \lambda</math></li> <li>• <input type="radio"/> <math>Pr = (\omega \cdot l) / \nu</math></li> </ul>

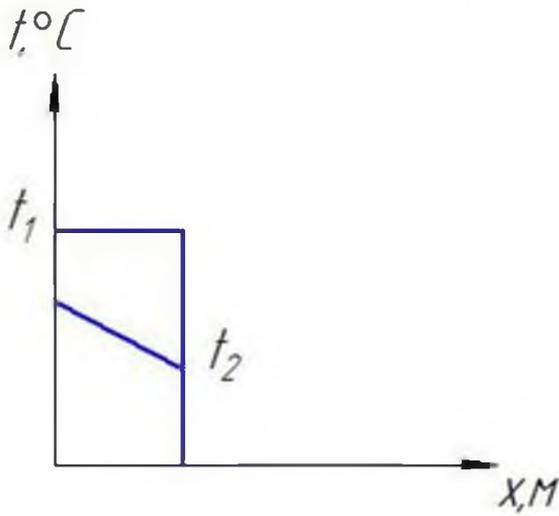
	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>Pr=(c \cdot \rho \cdot \nu) / \lambda</math></li> </ul>
143	<p>Критерий, определяемый уравнением</p> $Gr = g\beta(t_c - t_{ж}) \frac{l^3}{\nu^2}$ <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> является критерием Нусельта</li> <li><input type="radio"/> является критерием Рейнольдса</li> <li><input type="radio"/> является критерием Прандтля</li> <li><input type="radio"/> является критерием Грасгофа</li> </ul>
144	<p>Различают режимы кипения жидкости...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> пузырьковый и плёночный</li> <li><input type="radio"/> капельный и плёночный</li> <li><input type="radio"/> пузырьковый и капельный</li> </ul>
145	<p>Различают конденсацию...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> пузырьковую и плёночную</li> <li><input type="radio"/> капельную и плёночную</li> <li><input type="radio"/> пузырьковую и капельную</li> </ul>
146	<p>Пар конденсируется на поверхности...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> температура, которой ниже температуры насыщения</li> <li><input type="radio"/> температура, которой выше температуры насыщения</li> <li><input type="radio"/> температура, которой равна температуры насыщения</li> </ul>
147	<p>Процесс превращения внутренней энергии тел в энергию электромагнитных колебаний называется...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> теплопроводностью</li> <li><input type="radio"/> конвекцией</li> <li><input type="radio"/> тепловым излучением</li> </ul>
148	<p>Тепловое излучение, как процесс распространения энергии вещества характеризуется...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> длиной волн и частотой колебания</li> <li><input type="radio"/> температурой тела</li> <li><input type="radio"/> природой тела</li> </ul>
149	<p>Основное количество тепловой энергии излучается при длине волны...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> <math>\lambda=0,8-80\text{мкм}</math></li> <li><input type="radio"/> <math>\lambda=0,4-0,8\text{мкм}</math></li> <li><input type="radio"/> <math>\lambda=90\text{мкм}</math></li> </ul>
150	<p>Сумма потоков собственного и отраженного телом излучения называется его:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> эффективным излучением</li> <li><input type="radio"/> селективным излучением</li> <li><input type="radio"/> инфракрасным излучением</li> </ul>

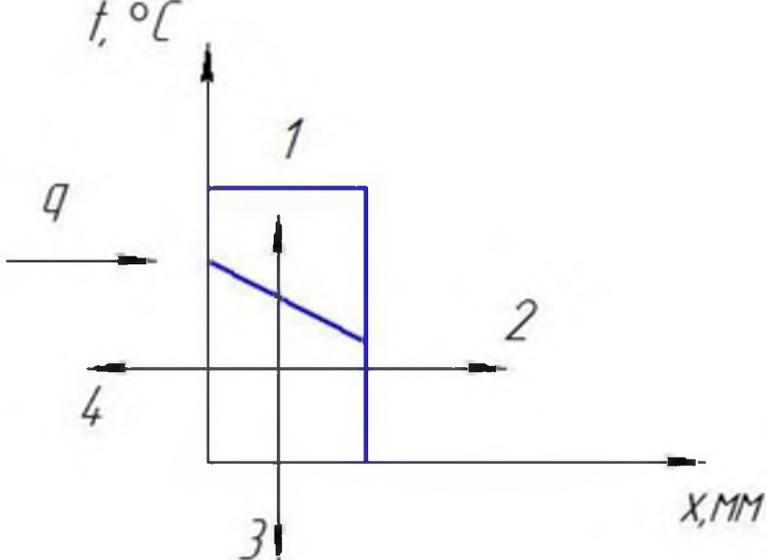
151	<p>Это закон:</p> $\lambda_m = \frac{2,898}{(T \cdot 10^3)}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> Вина</li> <li>• <input type="radio"/> Киргофа</li> <li>• <input type="radio"/> Стефана-Больцмана</li> <li>• <input type="radio"/> Планка</li> </ul>
152	<p>Это закон:</p> $E_0 = \sigma_0 T^4$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> Вина</li> <li>• <input type="radio"/> Киргофа</li> <li>• <input type="radio"/> Стефана-Больцмана</li> <li>• <input type="radio"/> Планка</li> </ul>
153	<p>Это закон:</p> $\varepsilon = A$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> Вина</li> <li>• <input type="radio"/> Киргофа</li> <li>• <input type="radio"/> Стефана-Больцмана</li> <li>• <input type="radio"/> Планка</li> </ul>
154	<p>Этим уравнением определяется:</p> $\varepsilon = \frac{E}{E_0}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> степень черноты тела</li> <li>• <input type="radio"/> коэффициент поглощения</li> <li>• <input type="radio"/> коэффициент отражения</li> <li>• <input type="radio"/> коэффициент пропускания</li> </ul>
155	<p>Этим уравнением определяется:</p> $\varepsilon_{np} = \frac{1}{1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> приведенная степень черноты системы тел</li> <li>• <input type="radio"/> коэффициент поглощения</li> <li>• <input type="radio"/> коэффициент отражения</li> <li>• <input type="radio"/> коэффициент пропускания</li> </ul>
156	Для защиты от теплового излучения применяют экраны, которые...

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> отражают энергию излучения</li> <li>• <input type="radio"/> поглощают энергию излучения</li> <li>• <input type="radio"/> пропускают энергию излучения</li> </ul>
157	<p>Тело, поглощающее все падающее на него излучение, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> абсолютно черным</li> <li>• <input type="radio"/> абсолютно белым</li> <li>• <input type="radio"/> абсолютно прозрачным</li> <li>• <input type="radio"/> серым</li> </ul>
158	<p>Тело, отражающее все падающее на него излучение, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> абсолютно черным</li> <li>• <input type="radio"/> абсолютно белым</li> <li>• <input type="radio"/> абсолютно прозрачным</li> <li>• <input type="radio"/> серым</li> </ul>
159	<p>Тело, пропускающее сквозь себя все падающее на него излучение, называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> абсолютно черным</li> <li>• <input type="radio"/> абсолютно белым</li> <li>• <input type="radio"/> абсолютно прозрачным</li> <li>• <input type="radio"/> серым</li> </ul>
160	<p>Тела, для которых коэффициент поглощения <math>A &lt; 1</math> и не зависит от длины падающего излучения, называются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <input type="radio"/> абсолютно черными</li> <li>• <input type="radio"/> абсолютно белыми</li> <li>• <input type="radio"/> абсолютно прозрачными</li> <li>• <input type="radio"/> серыми</li> </ul>
161	<p>Это закон:</p> $E = C \left( \frac{T}{100} \right)^4$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Вина</li> <li>• Киргофа</li> <li>• Стефана-Больцмана для реального тела</li> <li>• Планка</li> </ul>
162	<p>Поверхностная плотность потока интегрального излучения абсолютно чёрного тела в зависимости от его температуры описывается законом...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Стефана-Больцмана</li> <li>• Вина</li> </ul>

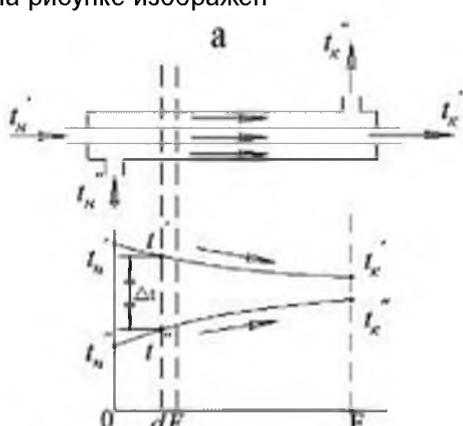
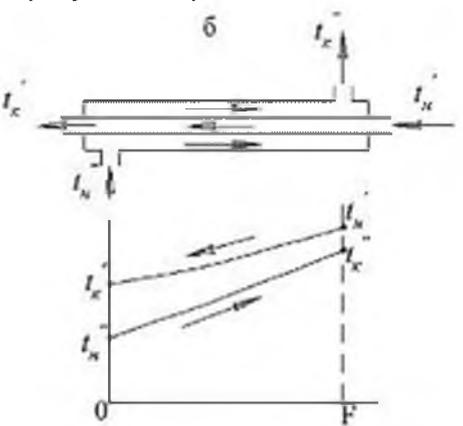
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Киргофа</li> <li>• Планка</li> </ul>
163	<p>Эта формула определяет:</p> $C = \varepsilon \cdot C_0$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• коэффициент излучения реального тела</li> <li>• коэффициент поглощения реального тела</li> <li>• коэффициент пропускания реального тела</li> <li>• коэффициент отражения реального тела</li> </ul>
164	<p>Если теплота от одного теплоносителя к другому передается через разделяющую их стенку, то теплообменник называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• тепловой трубой</li> <li>• регенеративный</li> <li>• смешительный</li> <li>• рекуперативный</li> </ul>
165	<p>Если передача тепла от горячего носителя к холодному осуществляется за счет смешения обоих теплоносителей, то такой теплообменник называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• тепловой трубой</li> <li>• регенеративный</li> <li>• смешительный</li> <li>• рекуперативный</li> </ul>
166	<p>Для интенсификации теплопередачи надо:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• либо увеличить перепад температур между теплоносителями, либо уменьшить термическое сопротивление теплопередачи</li> <li>• уменьшить термическое сопротивление стенки</li> <li>• увеличить скорость течения одного из теплоносителя</li> </ul>
167	<p>Распределение температуры по радиусу цилиндрической стенки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• подчиняется логарифмическому закону</li> <li>• зависимость температуры от координаты линейна</li> <li>• не зависит от формы стенки</li> </ul>
168	<p>Теплоизоляторы это материалы...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• имеющие низкий коэффициент теплопроводности</li> <li>• имеющие высокий коэффициент теплопроводности</li> <li>• отражающие тепловое излучение</li> </ul>
169	<p>По этой формуле рассчитывается:</p> $k = \frac{1}{1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• коэффициент теплопередачи</li> <li>• коэффициент теплоотдачи</li> <li>• коэффициент теплопроводности</li> </ul>
170	<p>По этой формуле рассчитывается:</p> $R_\alpha = \frac{1}{\alpha F}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• термическое сопротивление теплоотдачи</li> <li>• термическое сопротивление теплопроводности</li> <li>• термическое сопротивление теплопередачи</li> </ul>
171	<p>По этой формуле рассчитывается:</p> $R_k = R_{\alpha 1} + R_\lambda + R_{\alpha 2}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• термическое сопротивление теплоотдачи</li> <li>• термическое сопротивление теплопроводности</li> <li>• термическое сопротивление теплопередачи</li> </ul>
172	<p>В уравнении теплового баланса теплообменника параметр, обозначенный <math>\eta</math>, соответствует:</p>

	$\eta \cdot m_1 \cdot (c_{p1}' \cdot t_1' - c_{p1}'' \cdot t_1'') = m_2 \cdot (c_{p2}'' \cdot t_2'' - c_{p2}' \cdot t_2')$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• абсолютному КПД</li> <li>• внутреннему относительному КПД</li> <li>• КПД теплообменника</li> <li>• термическому КПД</li> </ul>
173	<p>Если <math>m_1 = 10 \text{ кг/с}</math>, <math>c_{p1}' = c_{p1}'' = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}</math>, <math>t_1'' = 70^\circ\text{C}</math>, <math>t_1' = 80^\circ\text{C}</math>, то тепловой поток, отдаваемый горячим теплоносителем, будет равен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Q = 420 \text{ кВт}</math></li> <li>• <math>q = 420 \text{ кДж/кг}</math></li> <li>• <math>Q = 420 \text{ кДж}</math></li> <li>• <math>Q = 420 \text{ Вт}</math></li> </ul>
174	<p><math>\lambda_1 = 50 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}</math>, <math>\lambda_2 = 30 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}</math>. Плотность теплового потока равна:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>160 \text{ кВт/м}^2</math></li> <li>• <math>160 \text{ Вт/м}^2</math></li> <li>• <math>160000 \text{ кВт/м}^2</math></li> <li>• <math>16000 \text{ Вт/м}^2</math></li> </ul>
175	<p>Считая, что <math>E_1 = E_2</math>, интегральный коэффициент излучения (степень черноты) второго тела <math>\epsilon_2</math>, равен:</p> <p><math>T_1 = 1000 \text{ K}</math></p> <p>① <math>\epsilon_1 = 0,81</math></p> <p>② <math>T_2 = 300 \text{ K}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,1</li> <li>• 0,01</li> <li>• 0,05</li> <li>• 0,5</li> </ul>
176	<p>Коэффициенты отражения и пропускания равны соответственно <math>R = 0,001</math> и <math>D = 0,005</math>. Тело обладает свойствами близкими к...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• абсолютно черному</li> <li>• абсолютно прозрачному и абсолютно белому</li> <li>• абсолютно белому</li> <li>• абсолютно прозрачному</li> </ul>
177	<p><math>O_2</math> и <math>N_2</math>...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• обладают значительной излучательной и поглощательной способностью</li> <li>• обладают значительной излучательной способностью</li> <li>• обладают значительной поглощательной способностью</li> <li>• прозрачны для теплового излучения</li> </ul>
178	<p>Поверхностная плотность потока интегрального излучения абсолютно черного тела <math>E_0 = 5,67 \cdot 10^5</math>. Степень черноты серого тела <math>\epsilon = 0,1</math>. Поверхностная плот-</p>

	<p>ность потока интегрального излучения серого тела равна:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>5,77 \cdot 100000</math></li> <li>• <math>5,67</math></li> <li>• <math>5,67 \cdot 1000000</math></li> <li>• <math>5,67 \cdot 10000</math></li> </ul>										
179	<p>При расчете теплоотдачи внутри трубы за определяющий размер принимается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• длина трубы</li> <li>• внутренний диаметр трубы</li> <li>• внешний диаметр трубы</li> <li>• толщина стенки</li> </ul>										
180	<p>Коэффициент теплопроводности твердого тела для рассматриваемого случая:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\lambda_1 &gt; \lambda_2</math></li> <li>• <math>\lambda_1 &lt; \lambda_2</math></li> <li>• <math>\lambda = \text{const}</math></li> </ul>										
181	<p>Ниж = 10, <math>\alpha = 60 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})</math>, <math>d = 0,1 \text{ м}</math>. Определяющая температура равна:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>t, ^\circ\text{C}</math></th> <th><math>\lambda, \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0,55</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>0,63</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0,66</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0</li> <li>• 40</li> <li>• 20</li> <li>• 60</li> </ul>	$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$	0	0,55	20	0,6	40	0,63	60	0,66
$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$										
0	0,55										
20	0,6										
40	0,63										
60	0,66										
182	<p>Для углеродистых сталей коэффициент теплопроводности <math>\lambda</math> [Вт/(м·К)] примерно равен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 400</li> <li>• 50</li> <li>• 0,6</li> <li>• 0,025</li> </ul>										
183	<p>По этой формуле определяется термическое сопротивление:</p> $R = \sum_{i=1}^3 \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• трехслойной однородной плоской стенки</li> <li>• трехслойной однородной цилиндрической стенки</li> <li>• двухслойной однородной плоской стенки</li> <li>• двухслойной однородной цилиндрической стенки</li> </ul>										
184	<p>Наибольшим коэффициентом теплопроводности обладают...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• чистые металлы</li> <li>• чистые газы</li> <li>• чистые жидкости</li> </ul>										

185	<p>Не излучает и не поглощает лучистую энергию:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• углекислый газ и вода</li> <li>• этиловый спирт и вода</li> <li>• аммиак и вода</li> <li>• аргон и азот</li> </ul>
186	<p>Направление вектора градиента температуры обозначено цифрой:</p>  <p>The diagram shows a rectangular body in a coordinate system where the vertical axis is temperature <math>t, ^\circ\text{C}</math> and the horizontal axis is distance <math>x, \text{mm}</math>. A blue line with a negative slope represents the temperature distribution. Four arrows labeled 1, 2, 3, and 4 indicate directions of the temperature gradient vector <math>\nabla t</math>. Arrow 1 points upwards, arrow 2 points to the right, arrow 3 points downwards, and arrow 4 points to the left. A horizontal arrow labeled <math>q</math> points to the right, representing the direction of heat flux.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1</li> <li>• 2</li> <li>• 3</li> <li>• 4</li> </ul>
187	<p>Коэффициент теплоотдачи <math>\alpha = 100 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})</math>, температура стенки <math>t_c = 80^\circ\text{C}</math>, температура жидкости <math>t_{ж} = 70^\circ\text{C}</math>. Плотность теплового потока равна:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})</math></li> <li>• <math>10000 \text{ Вт}/\text{м}^2</math></li> <li>• <math>1000 \text{ Вт}/\text{м}^2</math></li> <li>• <math>10000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})</math></li> </ul>
188	<p>Тело называют абсолютно белым, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>A=R=D</math></li> <li>• <math>A=D=0</math></li> <li>• <math>A=0</math></li> <li>• <math>D=0</math></li> </ul>
189	<p>Это уравнение называется дифференциальным уравнением для ..... нестационарного температурного поля:</p> $\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• одномерного</li> <li>• двухмерного</li> <li>• трехмерного</li> </ul>
190	<p>Коэффициент <math>a</math>, входящий в это уравнение называется :</p> $\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right)$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• коэффициентом температуропроводности</li> <li>• коэффициентом теплоотдачи</li> <li>• коэффициентом теплопроводности</li> <li>• коэффициентом теплопередачи</li> </ul>
191	<p>Граничное условие первого рода задается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• распределением температуры на поверхности тела для любого момента</li> </ul>

	<p>времени</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• плотностью теплового потока в каждой точке поверхности тела для любого момента времени</li> <li>• температурой среды, окружающей тело, и законом теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой</li> </ul>
192	<p>Граничное условие второго рода задается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• распределением температуры на поверхности тела для любого момента времени</li> <li>• плотностью теплового потока в каждой точке поверхности тела для любого момента времени</li> <li>• температурой среды, окружающей тело, и законом теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой</li> </ul>
193	<p>Граничное условие третьего рода задается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• распределением температуры на поверхности тела для любого момента времени</li> <li>• плотностью теплового потока в каждой точке поверхности тела для любого момента времени</li> <li>• температурой среды, окружающей тело, и законом теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой</li> </ul>
194	<p><math>F_1 \gg F_2</math>. Приведенная степень черноты, определяемая по уравнению, равна:</p> $\varepsilon_{пр} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{F_1}{F_2} \left( \frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\varepsilon_{пр} \approx \varepsilon_1</math></li> <li>• <math>\varepsilon_{пр} \approx \varepsilon_2</math></li> <li>• <math>\varepsilon_{пр} \approx 0</math></li> <li>• <math>\varepsilon_{пр} \approx 1</math></li> </ul>
195	<p>В процессе теплообмена при течении жидкости внутри труб, коэффициент теплоотдачи <math>\alpha</math>, определяется из нижеприведенного уравнения при:</p> $Nu = 0.021 \varepsilon_L Re^{0.8} Pr^{0.43} (Pr/Pr_0)^{0.25},$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• турбулентном режиме течения, <math>Re &gt; 10000</math></li> <li>• ламинарном режиме течения, <math>0 &lt; Re &lt; 2300</math></li> <li>• переходном режиме течения, <math>2300 &lt; Re &lt; 10000</math></li> </ul>
196	<p>В процессе теплообмена при течении жидкости внутри труб, коэффициент теплоотдачи <math>\alpha</math>, определяется из нижеприведенного уравнения при:</p> $Nu = 0.15 \varepsilon_L Re^{0.33} Pr^{0.43} Gr^{0.1} (Pr/Pr_0)^{0.25}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• турбулентном режиме течения, <math>Re &gt; 10000</math></li> <li>• ламинарном режиме течения, <math>0 &lt; Re &lt; 2300</math></li> <li>• переходном режиме течения, <math>2300 &lt; Re &lt; 10000</math></li> </ul>
197	<p>В процессе теплообмена при течении жидкости внутри труб, коэффициент теплоотдачи <math>\alpha</math>, приблизительно определяется из нижеприведенного уравнения при:</p> $Nu \approx 0.008 Re^{0.9} Pr^{0.43}$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• турбулентном режиме течения, <math>Re &gt; 10000</math></li> <li>• ламинарном режиме течения, <math>0 &lt; Re &lt; 2300</math></li> <li>• переходном режиме течения, <math>2300 &lt; Re &lt; 10000</math></li> </ul>
198	<p>Ниже приведенная формула, это закон ...</p> $j_0 = c_1 / [\lambda^5 (e^{c_2/\lambda T} - 1)]$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Планка</li> <li>• Вина</li> <li>• Киргофа</li> <li>• Стефана-Больцмана</li> </ul>
199	<p>Теплопроводность через плоскую стенку. Коэффициент теплопроводности <math>\lambda = 1</math></p>

	<p>Вт/(м·К), толщина стенки <math>\delta = 100</math> мм, <math>t_1 = 500^\circ\text{C}</math>, <math>t_2 = 400^\circ\text{C}</math>. Чему равна плотность теплового потока через стенку?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1000 Вт/(м<sup>2</sup> ·К)</li> <li>• 10000 Вт/м<sup>2</sup></li> <li>• 160000 кВт/м<sup>2</sup></li> <li>• 16000 Вт/м<sup>2</sup></li> </ul>
200	<p>В каких теплообменных аппаратах, при прочих равных условиях, обеспечивается больший средний температурный напор:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• прямоточных</li> <li>• противоточных</li> </ul>
201	<p>Для интенсификации теплопередачи оребряют ту поверхность стенки, теплоотдача от которой....</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• менее интенсивна</li> <li>• более интенсивна</li> </ul>
202	<p>На рисунке изображен</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• прямоточный теплообменник</li> <li>• противоточный теплообменник</li> <li>• перекрестный теплообменник</li> </ul>
203	<p>На рисунке изображен</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• прямоточный теплообменник</li> <li>• противоточный теплообменник</li> <li>• перекрестный теплообменник</li> </ul>

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

**4.1. Рейтинговая система** оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ФОС является текущий опрос в виде собеседования, за каждый правильный ответ обучающийся получает 5 баллов (зачтено - 5, не зачтено - 0). Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре 50.

**4.2. Бальная система** служит для получения зачета по дисциплине.

Максимальное число баллов за семестр – 100.

Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 50.

Максимальное число баллов на зачете – 50.

Минимальное число баллов за текущую работу в семестре – 30.

Обучающийся, набравший в семестре менее 30 баллов может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины или выполнив обязательные задания, для того чтобы быть допущенным до зачета.

Обучающийся, набравший за текущую работу менее 30 баллов, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на зачет.

В случае неудовлетворительной сдачи зачета обучающемуся предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем зачете не учитывается.

**Зачет проводится в виде тестового задания и кейс-задания.**

Максимальное количество заданий в билете – 20.

Максимальная сумма баллов – 50.

При частично правильном ответе **сумма баллов делится пополам.**

Для получения оценки «зачтено» суммарная бально-рейтинговая оценка по результатам работы в семестре и на зачете, **должна быть не менее 60 баллов.**

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка	Уровень освоения компетенции
ПК – 11 – <i>Способность проектировать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования, умение осваивать вводимое оборудование</i>					
<b>Знать</b> теплотехническую терминологию, законы получения и преобразования энергии, методы анализа термодинамических циклов, принципы действия теплотехнического оборудования, структуру систем теплоснабжения предприятий соответствующей отрасли; иметь представление о методах интенсификации тепловых процессов и основах рационального использования теплоты	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	зачтено	освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	не зачтено	не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знать теплотехническую терминологию, законы получения и преобразования энергии, методы анализа термодинамических циклов,	Обучающийся полно и последовательно раскрыл тему вопросов	зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Обучающийся неполно и/или непоследовательно раскрыл тему вопросов	не зачтено	не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> экспериментально определять термодинамические параметры и характеристики теплового оборудования; теплофизические характеристики теплоносителей, теплоизоляционных материалов, а также обрабатываемого сырья;	Защита по практическим занятиям	Уметь экспериментально определять термодинамические параметры и характеристики теплового оборудования	Защита по практическим занятиям соответствует теме, задание выполнено правильно в полном объеме	зачтено	Освоена (базовый, повышенный)

			Защита практических занятий не соответствует теме и/или задание выполнено неправильно и/или не в полном объеме	не зачтено	не освоено (недостаточный)
<b>Владеть</b> - навыками применения теоретических положений теплотехники к решению задач инженерной практики; методами стандартных испытаний по определению параметров основных термодинамических процессов; прогрессивными методами эксплуатации тепловых аппаратов; навыками пользования методическими и нормативными материалами, стандартами и техническими условиями на основные тепловые и холодильные аппараты.	Кейс-задания	Содержание решения кейс-задания	Обучающийся разобрался в предложенной конкретной ситуации, самостоятельно решил поставленную задачу на основе полученных знаний	зачтено	освоена (повышенный)
			Обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	не освоено (недостаточный)

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка	Уровень освоения компетенции
<b><i>ПКв-1 Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики</i></b>					
<b>Знать</b> основные физические	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	зачтено	освоена (базовый, повышенный)

ские теории, необходимые для решения исследовательских и прикладных задач, связанных с расчетом, подбором и настройкой теплотехнического оборудования			менее 50% правильных ответов	не зачтено	не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знать основные физические теории, необходимые для решения исследовательских и прикладных задач, связанных с расчетом, подбором и настройкой теплотехнического оборудования	Обучающийся полно и последовательно раскрыл тему вопросов	зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
Обучающийся неполно и/или непоследовательно раскрыл тему вопросов			не зачтено	не освоена (недостаточный)	
<b>Уметь</b> эффективно пользоваться математическим аппаратом, методами и методиками расчета оборудования необходимыми для профессиональной деятельности	Защита по практическим занятиям	Уметь экспериментально определять термодинамические параметры и характеристики теплового оборудования	Защита по практическим занятиям соответствует теме, задание выполнено правильно в полном объеме	зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Защита практических занятий не соответствует теме и/или задание выполнено неправильно и/или не в полном объеме	не зачтено	не освоено (недостаточный)
<b>Владеть</b> - знаниями основных законов естественно-	Кейс-задания	Содержание решения кейс-задания	Обучающийся разобрался в предложенной конкретной ситуации, самостоятельно решил поставленную задачу на основе полученных знаний	зачтено	освоена (повышенный)

научных дисциплин и фундаментальных разделов математики и физики необходимых для профессиональной деятельности.			Обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	не освоено (недостаточный)
---	--	--	---	------------	-------------------------------