

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
Теплофизика**

**Код модуля**  
1154151

**Модуль**  
Теплофизика

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Матюхин Владимир Ильич	кандидат технических наук, старший научный сотрудник	Доцент	теплофизики и информатики в металлургии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.А. Смирнова

**Авторы:**

- Матюхин Владимир Ильич, Доцент, теплофизики и информатики в металлургии

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Теплофизика**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа	2

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Теплофизика**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1 -Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Лекции

<p>ОПК-4 -Способен разрабатывать элементы технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-3 - Характеризовать роль экономических, экологических, социальных ограничений в разработке элементов технических объектов, систем и технологических процессов</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Лекции</p>
<p>ПК-14 -Способность проводить исследование объектов информатизации в области металлургии, формализовать потребности пользователей в виде требований к информационной системе, осуществлять проектирование информационных систем малого и среднего масштаба и сложности.</p>	<p>З-4 - Характеризовать объекты информатизации в металлургии П-4 - Разрабатывать проекты автоматизированных информационных систем с применением существующих технологий и средств инструментального программного обеспечения с учетом потребностей пользователей У-4 - Определять последовательность этапов построения автоматизированных систем для объектов информатизации в металлургии малого и среднего масштаба сложности.</p>	<p>Зачет Лабораторные занятия Лекции</p>
<p>ПК-15 -Способность моделировать технологические процессы и объекты в металлургии.</p>	<p>З-2 - Перечислить принципы и закономерности основных технологических процессов производства и обработки черных и цветных металлов, устройства и оборудование для их осуществления. У-2 - Выбирать системные модели и математические схемы разработки в ходе моделирования технологических процессов производства и обработки черных и цветных металлов с учетом их закономерностей и особенностей.</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Лабораторные занятия Лекции</p>
<p>ПК-16 -Способность разрабатывать, совершенствовать, адаптировать и сопровождать информационные</p>	<p>З-2 - Сформулировать принципы действия первичных измерительных преобразователей (датчиков физических величин), средств воздействия на процесс</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Лекции</p>

<p>системы в металлургии, выполнять интеграцию программных компонент системы и проверять работоспособность версий программного продукта.</p>	<p>(исполнительных механизмов и регулирующих органов) и программируемых логических контроллеров в информационных системах в металлургии  П-2 - Выполнять комплектацию с обоснованием выбора элементов инструментальных информационных систем в металлургии датчиковой аппаратурой, контроллерами и вспомогательной регулирующей и запорной арматурой  У-2 - Выбирать первичные измерительные преобразователи (датчики), исполнительные механизмы, регулирующие органы и программируемые логические контроллеры для разработки инструментальных информационных систем в металлургии</p>	
--	--	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Домашняя работа №1</i>	5,8	25
<i>Домашняя работа №2</i>	5,16	25
<i>Активность работы на лекциях</i>	5,16	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		

Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.5</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Отчет по лабораторным работам</i>	5,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

## Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

## Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам,	Неудовлетворительно	Не зачтено	Недостаточный (Н)

	имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	(менее 40 баллов)		
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## **5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

### **5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

#### **5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### **5.1.2. Лабораторные занятия**

Примерный перечень тем

1. Исследование движения газовой среды в трубах переменного сечения.
  2. Исследование закономерностей распространения свободной затопленной струи.
  3. Определение коэффициентов потерь напора на трение в трубах, имеющих различную шероховатость.
  4. Определение коэффициентов местных сопротивлений.
  5. Построение полной характеристики центробежного вентилятора.
  6. Исследование теплообмена излучением.
  7. Определение коэффициента теплопроводности твердых материалов.
  8. Изучение процесса теплопроводности при нестационарном режиме.
  9. Исследование естественной конвекции в условиях комбинированного теплообмена труб с окружающим воздухом.
  10. Исследование фазовых переходов.
  11. Определение универсальной газовой постоянной.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

#### **Базовый**

##### **5.2.1. Домашняя работа № 1**

Примерный перечень тем

1. Расчет воздушной трассы и выбор вентилятора.

Примерные задания

Заданием на выполнение домашней работы предусмотрено выполнение расчетов воздушной трассы и выбор вентилятора (по вариантам).



Студенту необходимо изучить, проанализировать и систематизировать лекционный материал и рекомендованные учебные пособия, оформить работу в соответствии с требованиями и в установленные сроки.

К защите домашней работы предоставляются следующие материалы: 1) программная реализация (файл в электронных таблицах (ЭТ) с тестовой версией алгоритма расчета); 2) отчет по домашней работе.

Отчет по домашней работе пишется строгим научным языком, не допускается использование бытовых речевых оборотов, разговорной речи, а также дословное переписывание материала из литературных источников. По мере необходимости текстовый материал дополняется графиками, формулами и таблицами. Содержание отчета:

- титульный лист;
- постановка задачи и проверка корректности алгоритма расчета;
- физическая постановка задачи;
- математическая модель;
- реализация алгоритма расчета в электронных таблицах Microsoft Excel;
- технология выполнения расчетов на конкретном примере;
- комментарии к полученным результатам;
- список использованных источников.

**Домашняя работа № 1**  
**Расчет воздушной трассы и выбор вентилятора**  
 по дисциплине «Теплофизика» для студентов бакалавров  
 направления 09.03.02 – Информационные системы и технологии и металлургии

**Расчёт воздушной трассы**

Для показанной на склоне системы воздуховодов (длины участков заданы), при заданном расходе воздуха  $V_{\text{из}}, \text{ м}^3/\text{с}$ , который подается в сеть циркуляционным вентилятором. Рассчитать диаметры всех участков воздуховода от вентилятора (точка А) до наиболее удаленной горелки (точка Ф).

Числовые значения диаметров труб выбирать из приложения 1.

Рассчитать все потери напора на трассе и оценить геометрически напорное сопротивление, а также учесть динамическое сопротивление напора.

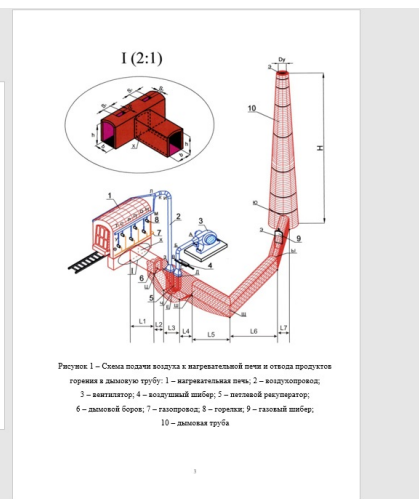
Определить избыточное давление ( $\Delta P$ ) и пропускную способность ( $V_{\text{из}}, \text{ м}^3/\text{ч}$ ), которая должна создавать вентилятор.

**Коэффициенты местного сопротивления**

Точка на схеме	Вид местного сопротивления	Значение коэффициента местного сопротивления
		0,12
А	Плавное сужение (конфузор)	0,18
В	Соединение колена 2-45°	0,48
В	Загибание, отгибание на 90°	4
Г	Плавное расширение (шиффузор)	0,25
И	Выпадение сужения при входе в регулятор	0,5
Ж	Для поворота на 90°	0,5
З	Плавное расширение при выходе из регулятора	1,05
И	Соединение колена 2-45°	0,297
К	Соединение колена 2-45°	0,32
Л	Разделение потока с цилиндрическим тройником	1,0
М	Резкий поворот на угол 30°	0,42
Н, О, П	Тройник с отводом (для сдвинутого потока)	0,3
Н, О, П	Тройник с отводом (для сдвинутого потока)	1,2
Р	Результативный вращ. приводающий на угол 75°	2,1
Ф	Сопло, сопло, сопло	300 Па

**Домашняя работа № 1**      **Таблица вариантов заданий**      **НМТ – 293907**

Вариант	Длины отдельных участков воздушной трассы, м						$V_{\text{из}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$t_{\text{в}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$\lambda$	$\eta$	
	$L_{\text{вс}}$	$L_{\text{вн}}$	$L_{\text{вс}}$	$L_{\text{вн}}$	$L_{\text{вс}}$	$L_{\text{вн}}$					
1	7,7	2,2	21,0	7,7	6,0	7,2	2,4	1,4	500,0	6,0	6,0
2	8,6	3,4	16,0	10,6	4,4	7,0	2,5	0,9	350,0	6,0	8,0
3	6,6	3,2	10,0	9,3	5,6	7,9	2,8	1,1	170,0	6,0	7,0
4	6,9	2,4	23,0	10,2	6,6	8,5	2,1	0,8	390,0	7,0	6,0
5	6,3	3,3	17,0	5,7	5,3	8,9	2,1	0,5	500,0	5,0	6,0
6	7,8	3,7	15,0	7,7	8,7	9,9	3,0	1,2	480,0	7,0	6,0
7	6,1	2,5	10,0	5,6	4,8	7,5	2,1	0,7	410,0	8,0	6,0
8	8,4	2,6	25,0	8,4	4,2	7,2	2,7	1,2	430,0	6,0	6,0
9	8,4	2,2	20,0	11,4	6,6	6,2	3,0	1,2	170,0	8,0	8,0
10	9,3	2,0	11,0	9,7	5,8	8,9	2,0	1,2	290,0	7,0	7,0
11	9,3	2,0	14,0	5,6	5,6	9,3	2,6	0,6	210,0	5,0	6,0
12	8,8	3,5	16,0	5,4	6,0	7,1	2,8	0,5	150,0	6,0	6,0
13	9,7	2,9	23,0	11,5	5,7	8,9	2,9	0,5	270,0	5,0	7,0
14	7,6	2,9	18,0	7,4	4,8	8,4	2,7	0,9	210,0	7,0	7,0
15	6,8	3,0	20,0	9,0	6,8	9,5	2,0	1,0	300,0	6,0	6,0
16	9,5	2,4	10,0	5,0	4,0	8,9	2,1	0,8	320,0	8,0	7,0
17	6,9	2,5	21,0	7,8	4,9	9,6	2,1	1,1	230,0	7,0	6,0
18	9,4	2,8	19,0	7,5	5,1	7,7	2,0	1,0	240,0	5,0	6,0
19	9,8	2,7	22,0	5,9	6,1	7,0	2,4	0,9	260,0	8,0	6,0
20	8,0	3,4	11,0	11,9	5,9	8,4	3,0	1,3	480,0	7,0	7,0



LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.2.2. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчету по теплообмену.

Примерные задания

Заданием на выполнение домашней работы предусмотрено выполнение расчетов процессов теплообмена (по вариантам).

Студенту необходимо изучить, проанализировать и систематизировать лекционный материал и рекомендованные учебные пособия, оформить работу в соответствии с требованиями и в установленные сроки.

К защите домашней работы предоставляются следующие материалы: 1) программная реализация (файл в электронных таблицах (ЭТ) с тестовой версией алгоритма расчета); 2) отчет по домашней работе.

Отчет по домашней работе пишется строгим научным языком, не допускается использование бытовых речевых оборотов, разговорной речи, а также дословное переписывание материала из литературных источников. По мере необходимости текстовый материал дополняется графиками, формулами и таблицами. Содержание отчета:

- титульный лист;
- постановка задачи и проверка корректности алгоритма расчета;
- физическая постановка задачи;
- математическая модель;
- реализация алгоритма расчета в электронных таблицах Microsoft Excel;
- технология выполнения расчетов на конкретном примере;
- комментарии к полученным результатам;
- список использованных источников.

Домашняя работа № 2  
Расчет по теплообмену  
по дисциплине «Теплофизика» для студентов бакалавров  
направления 09.03.02 – Информационные системы и технологии в металлургии

#### Стационарная теплопроводность через плоскую стенку

Определить тепловой поток  $Q$  Вт, проходящий через плоскую двухслойную стенку, имеющую поверхность  $F = 12 \text{ м}^2$ , а также найти температуру на границе слоев, если известно, что стенка состоит из слоя шамота толщиной  $S_1 = 0,46 \text{ м}$  и слоя тепловой изоляции толщиной  $S_2 = 0,25 \text{ м}$ ; коэффициенты теплопроводности слоев соответственно  $\lambda_1 = 0,84 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{К)}$  и  $\lambda_2 = 0,28 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{К)}$ ; температура внутренней поверхности стенки  $t_1 = 1395^{\circ}\text{C}$ , температура наружной поверхности  $t_3 = 80^{\circ}\text{C}$ . Как изменится величина теплового потока, если слой тепловой изоляции будет убран, а температура на наружной поверхности стенки увеличится до значения  $t_2 = 90^{\circ}\text{C}$ .

#### Стационарная теплопроводность через цилиндрическую стенку

Для цилиндрической стенки, имеющей три слоя футеровки, необходимо рассчитать:

- погонную плотность теплового потока;
- количество теплоты, которое теряется через всю цилиндрическую стенку длиной  $l$ ;
- значения температур на границе слоев.

В рассматриваемом примере температура внутренней поверхности  $t_1$  равна  $1100^{\circ}\text{C}$ , а температура наружной поверхности  $t_4 = 70^{\circ}\text{C}$ . Радиусы, характеризующие расположение слоев футеровки относительно оси цилиндра, равны соответственно  $r_1 = 1,58 \text{ м}$ ;  $r_2 = 1,81 \text{ м}$ ;  $r_3 = 1,93 \text{ м}$ ;  $r_4 = 2,0 \text{ м}$ . Коэффициенты теплопроводности материалов, Вт/(м<sup>2</sup>К), из которых выполнены слои футеровки, равны:  $\lambda_1 = 1,06$ ;  $\lambda_2 = 0,86$ ;  $\lambda_3 = 0,20$ . Длина печи  $l = 3,11 \text{ м}$ .

#### Нестационарная теплопроводность

Определить время нагрева  $\tau$  до заданной температуры поверхности  $t_{\text{ср}}$ , а также температуру на оси неограниченного цилиндра  $t_c$  в момент окончания нагрева.

В печь, температура которой  $t_{\text{ср}} = 1420^{\circ}\text{C}$ , все время поддерживается постоянной, помещают длинный стальной цилиндр диаметром  $d = 0,110 \text{ м}$ . В момент загрузки в печь температура металла была равномерна по всему сечению и составляла  $t_{\text{ср}} = 20^{\circ}\text{C}$ . Физические свойства стали приняты постоянными, не изменяющимися с температурой: коэффициент теплопроводности  $\lambda_{\text{ст}} = 42 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{К)}$ , теплоемкость  $c_{\text{ст}} = 712 \text{ Дж/(кг}^{\circ}\text{К)}$  и плотность  $\rho_{\text{ст}} = 7860 \text{ кг/м}^3$ .

Коэффициент теплоотдачи (теплообмена) от печи к поверхности цилиндра принят также постоянным и равным  $\alpha_{\text{ст}} = 525 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ . Металл нагревают в печи до момента достижения температуры поверхности  $t_{\text{ср}} = 1200^{\circ}\text{C}$ .

#### Потери теплоты излучением через открытые окна и отверстия

Определить потери теплоты излучением через открытое окно, расположенное в стенке печи, температура которой  $t_{\text{ср}} = 900^{\circ}\text{C}$ . Окно имеет размеры: ширина  $B = 1,4 \text{ м}$  и высота  $H = 1,2 \text{ м}$ . Толщина стенки  $S = 0,46 \text{ м}$ . Окно открывают на время  $\tau = 720 \text{ с}$ .

#### Конвективный теплообмен при вынужденном движении среды в каналах

Определить коэффициент конвективного теплообмена и плотность теплового потока при движении воздуха со скоростью  $W_B = 10 \text{ м/с}$  при нормальных условиях и температуре  $t_a = 400^{\circ}\text{C}$  по каналу, имеющему размеры поперечного сечения  $1,5 \times 1,5 \text{ м}$  и температуру  $t_{\text{ст}} = 800^{\circ}\text{C}$ .

#### Конвективный теплообмен при поперечном обтекании пучка труб

Определить коэффициент конвективного теплообмена при поперечном обтекании потоком воздуха шахматного и коридорного пучка труб. Средняя действительная скорость потока составляет  $W = 2 \text{ м/с}$ , температура потока  $t_a = 150^{\circ}\text{C}$ , диаметр трубы  $d = 0,057 \text{ м}$ .

LMS-платформа – не предусмотрена

## 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

### 5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Ламинарный и турбулентный режимы движения.
2. Число Рейнольдса.
3. Уравнение неразрывности.
4. Теорема Бернулли, статический и динамический напоры.
5. Геометрический напор.
6. Взаимный переход напоров.
7. Потери напора на трение.

8. Абсолютная и относительная шероховатости.
  9. Потери напора на местных сопротивлениях.
  10. Конструкция и принцип действия радиального вентилятора.
  11. Конструкция и принцип действия осевого вентилятора.
  12. Совместная работа вентилятора и сети.
  13. Аэродинамические характеристики вентилятора.
  14. Физические основы процесса переноса теплоты излучением.
  15. Виды тепловых лучистых потоков.
  16. Идеальные тела и их свойства.
  17. Закон Планка. Закон Вина. Закон Ламберта. Закон Стефана– Больцмана.
  18. Степень черноты. Закон Кирхгофа.
  19. Закон излучения Стефана-Больцмана для реальных тел.
  20. Особенности излучения газов.
  21. Угловой коэффициент излучения. Свойства угловых коэффициентов излучения.
  22. Физические основы переноса теплоты конвекцией.
  23. Естественный и вынужденный конвективный теплообмен.
  24. Коэффициент теплоотдачи конвекцией (определение, физический смысл).
  25. Закон Ньютона-Рихмана.
  26. Числа подобия конвективного теплообмена (формула, физический смысл).
  27. Конвективный теплообмен при внешнем обтекании одиночной трубы.
  28. Конвективный теплообмен в пучках труб.
  29. Физические основы переноса теплоты теплопроводностью.
  30. Температурное поле.
  31. Температурный градиент.
  32. Закон Фурье.
  33. Коэффициент теплопроводности (определение, физический смысл).
  34. Стационарная теплопроводность через плоскую однослойную стенку.
  35. Стационарная теплопроводность через цилиндрическую однослойную стенку.
  36. Условия однозначности для решения задач нестационарной теплопроводности.
  37. Числа подобия нестационарной теплопроводности (формула, физический смысл)..
  38. Топливо (определение).
  39. Классификация топлива по виду и агрегатному состоянию.
  40. Химический состав твердого и жидкого топлива.
  41. Химический состав газообразного топлива.
  42. Теплота сгорания топлива. Определение, виды, расчет.
  43. Характеристики процесса горения топлива.
  44. Температура горения топлива. Определение, особенности расчета, виды.
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессионал и	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной	ПК-14	П-4	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Лабораторные

			ПК-15	У-2	
--	--	--	-------	-----	--