

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Рыбинский государственный технический университет  
имени П.А. Соловьева»

Авиационный колледж

УТВЕРЖДАЮ

Директор колледжа

\_\_\_\_\_ К.Н. Попков

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Оценочные материалы (ОМ)**

**по дисциплине**

**ОП.09 Теплотехника**

*(название дисциплины)*

специальности СПО

**15.02.09 Аддитивные технологии**

*(код и название специальности)*

Год начала подготовки - 2024

Рыбинск, 2024

Оценочные материалы разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности СПО 15.02.09 Аддитивные технологии рабочей программы дисциплины ОП.09 Теплотехника

**Разработчик(и):**

РГАТУ  
(место работы)

доцент  
(должность)

Попкова Е.А.  
(инициалы, фамилия)

РГАТУ  
(место работы)

доцент  
(должность)

Шайкина А.А.  
(инициалы, фамилия)

Одобрено на заседании предметно-цикловой комиссии

Технологическая

Протокол № \_\_\_ от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель П(Ц)К \_\_\_\_\_ /Н.Ю. Вязниковцева /

(подпись)

(Инициалы, фамилия)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Общие положения</b>	4
<b>1. Планируемые результаты</b>	4
<b>2. Контроль освоения дисциплины</b>	5
2.1 Текущий контроль успеваемости	5
2.1.1 Форма текущего контроля.....	5
2.1.2 Периодичность текущего контроля.....	6
2.1.3 Порядок проведения текущего контроля.....	7
2.2 Промежуточная аттестация	8
2.2.1 Форма промежуточной аттестации .....	8
2.2.2 Периодичность промежуточной аттестации .....	8
2.2.3 Порядок проведения промежуточной аттестации .....	8
2.3 Критерии оценивания текущего и промежуточного контроля	8
2.4 Диагностическая работа	11
2.4.1 Задания закрытого типа на установление соответствия .....	12
2.4.2 Задания закрытого типа на установление последовательности .....	13
2.4.3 Задания открытого типа с развернутым ответом.....	14
2.4.4 Задания комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных и обоснованием выбора.....	15
<b>Приложения (образцы)</b>	16
Примеры контрольных работ	16
Текущий опрос	18
Перечень вопросов к экзамену	

**Ошибка! Закладка не определена.**

## Общие положения

Оценочные материалы (ОМ) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу дисциплины ОП.09 Теплотехника.

ОМ включают контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме экзамена (3 семестр).

ОМ разработаны в соответствии с:

- основной профессиональной образовательной программы по специальности СПО 15.02.09 Аддитивные технологии;
- рабочей программы дисциплины ОП.09 Теплотехника

### 1. Планируемые результаты

В результате освоения дисциплины Теплотехника обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по специальности СПО 15.02.09 Аддитивные технологии, следующими умениями, знаниями, которые формируют профессиональные и общие компетенции:

#### Уметь:

- У1** рассчитывать теплообменные процессы;
- У2** рассчитывать теплообменные аппараты;
- У3** производить расчеты нагрева и теплообмена в камерах построения установок для аддитивного производства.

#### Знать:

- З1** основные законы термодинамики и теплообмена;
- З2** методы получения, преобразования и использования тепловой энергии;
- З3** тепловые процессы, происходящие в аппаратах и машинах
- З4** способы переноса теплоты, устройство и принцип действия теплообменных аппаратов, силовых установок и других теплотехнических устройств;
- З5** устройство и принцип действия камер построения установок для аддитивного производства;
- З6** закономерности процессов теплообмена камер построения установок для аддитивного производства.

#### Общие компетенции:

- ОК 01** Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

#### Профессиональные компетенции:

- ПК 2.3.** Организовывать работу и обеспечивать технологический процесс на участках с аддитивными установками.
- ПК 2.4.** Контролировать функционирование аддитивной установки, регулировать ее элементы, корректировать параметры работы.

## 2. Контроль освоения дисциплины

Контроль освоения дисциплины и оценивание уровня учебных достижений обучающегося осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости, предварительной и промежуточной аттестации обучающихся.

### 2.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины с помощью оценочных средств, необходимые для оценки достижения запланированных результатов обучения.

#### 2.1.1 Форма текущего контроля

Текущий контроль по дисциплине производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателями, ведущими лабораторные и практические занятия по дисциплине, в следующих формах:

КР – контрольная работа,

ЗЛР – защита лабораторной работы,

ТО — текущий опрос.

ВДР – внутренняя диагностическая работа (ее элементы)

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в материалах
1	2	3	4
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам (Приложение 1)
2	Лабораторная работа	Выполнение лабораторной работы в соответствии с методическими указаниями, оформление отчета, устный ответ на контрольные вопросы по текущей теме	Методические указания к выполнению лабораторных работ (оформлены отдельным документом)
3	Текущий опрос	Средство оценки приобретенных теоретических знаний по текущей теме в письменной или устной форме	Комплект вопросов для проведения опросов (Приложение 2)
4	Внутренняя диагностическая работа (ВДР) (ее элементы)	Инструмент оценивания сформированности компетенций за период изучения дисциплины, состоящий из системы тестовых заданий.	Диагностическая работа
5	Практическое	Выполнение задания по темам	Типовые варианты заданий

занятие	занятий с целью закрепления умений и знаний по изученному материалу	для практических занятий (оформлены отдельным документом)
---------	---	---

### Проверка умений и знаний при текущем контроле успеваемости

№ работы	Название	Проверяемые умения и знания
<b>Контрольные работы</b>		
1	Основы термодинамики	31, 32, 33
2	Основы теплообмена	31, 32, 34 - 36
<b>Лабораторные работы</b>		
1	Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции в горизонтальной стальной трубе	У1, У3, 31, 33
2	Определение коэффициента теплопроводности изоляционного материала методом трубы	У1, У3, 31, 34
<b>Практические занятия</b>		
1	Расчет изменения внутренней энергии тела при передаче ему теплоты или совершении им работы; Решение задач на построение графиков процессов, происходящих с идеальным газом в координатах $p, T$ ; $V, T$ и $p, V$ .	У1
2	Расчет КПД тепловых двигателей и холодильного коэффициента холодильных установок. Расчет КПД цикла Карно; Расчет КПД поршневых двигателей внутреннего сгорания. Расчет КПД газотурбинных установок.	У1-У3
3	Расчет КПД паровых теплосиловых установок; Расчет процесса дросселирования.	У2, У3
4	Расчет теплоотдачи при омывании плоской и цилиндрической поверхности. Расчет параметров тепловой изоляции.	У1, У2
5	Решение задач конвективного теплообмена. Расчет процесса теплоотдачи при движении жидкости в трубах. Решение задач нестационарной теплопроводности.	У1-У3
6	Применение законов излучения АЧТ для расчетов излучения серых и реальных тел. Расчет теплообменных аппаратов.	У1-У3
<b>Текущий опрос</b>		
1	История развития науки "Теплотехника"	32, 34
2	Основные понятия и определения термодинамики	31
3	Основные термодинамические процессы	33, 34
4	Первый закон термодинамики	31-34
5	Второй закон термодинамики	31-34
6	Термодинамика процессов течения газов и жидкостей	33, 34
7	Перенос теплоты теплопроводностью	31, 32, 33
8	Конвективный теплообмен	31, 32, 33
9	Основы теории подобия	31
10	Теплофизические основы теплообмена излучением	32, 33, 34
11	Промышленная теплотехника	34, 35, 36
<b>Диагностическая работа (ее элементы)</b>		У1-У3, 31-36

### 2.1.2 Периодичность текущего контроля

Текущий контроль успеваемости проводится в течение учебного периода (семестра) с целью систематического контроля уровня освоения обучающимися тем, разделов, глав программы дисциплины.

Периодичность и количество обязательных мероприятий при проведении текущего контроля успеваемости обучающихся определяются преподавателем и отражаются в календарно-тематическом плане дисциплины.

#### Контроль и оценка освоения дисциплины по темам

Элемент дисциплины	Формы и методы контроля			
	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З, ПК	Форма контроля	Проверяемые ОК, У, З, ПК
Раздел 1. Основы технической термодинамики	ТО, ВДР	У1, У2, З1-4, ОК 01, ПК 2.3, ПК 2.6	экзамен	У1-3, З1-6, ОК 01, ПК 2.3, ПК 2.4.
Раздел 2. Основы теплообмена	ЗЛР, ТО, КР, ВДР	У1-3, З1-6, ОК 01, ПК 2.3, ПК 2.6		

### 2.1.3 Порядок проведения текущего контроля

#### Лабораторная работа (Практическое занятие).

Проводится следующим образом: сначала озвучивается тема, ставится цель и задачи выполнения работы. Далее работа выполняется в соответствии с методическими указаниями и оформляется отчет о ходе проделанной работы, с ответами на контрольные вопросы (при их наличии).

#### Контрольная работа.

Порядок проведения контрольной работы включает следующие этапы:

Инструктаж учащихся. Преподаватель знакомит студентов с инструкцией по выполнению контрольной работы;

Выполнение заданий. Студенты работают самостоятельно (общее время выполнения контрольной работы — 45 минут).

По мере завершения работы студенты сдают готовые работы преподавателю.

#### Текущий опрос (теоретический опрос)

Поставить цель и определиться с темой опроса.

Составить вопросы. Их следует формулировать точно, ёмко и понятно, избегать двусмысленности. По возможности нужно использовать закрытые вопросы с вариантами ответов. Открытые вопросы включают по необходимости: если нужен развёрнутый ответ или нельзя составить исчерпывающий список вариантов.

Дать вводную информацию. Нужно рассказать, зачем проводится и сколько времени займёт опрос.

Проанализировать результаты.

Опрос проводится устно или письменно.

## **2.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация представляет собой процесс оценки знаний обучающихся по окончании семестра.

### **2.2.1 Форма промежуточной аттестации**

Форма промежуточной аттестации по дисциплине определяется учебным планом.

Оценка освоения дисциплины предусматривает использование накопительной системы оценивания и проведение для промежуточной аттестации (3 семестр) – экзамен.

Перечень вопросов к экзамену находятся в Приложении 3.  
или

В качестве заданий для экзамена используется Диагностическая работа.

### **2.2.2 Периодичность промежуточной аттестации**

Периодичность промежуточной аттестации по дисциплине определяется учебным планом и производится в соответствии с календарным учебным графиком.

### **2.2.3 Порядок проведения промежуточной аттестации**

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется Положением о текущем контроле успеваемости, предварительной и промежуточной аттестации обучающихся.

## **2.3 Критерии оценивания текущего и промежуточного контроля**

При оценивании контрольных работ учитывается грамотность оформления. Оценка выставляется по пятибалльной шкале:

– «5» (отлично) – полное раскрытое содержание материала в объеме данной темы, четко и правильно даны определения и понятия по теме. Правильно понимаются научные термины и применяется терминология. Ответ полностью самостоятельный. Студент хорошо владеет теорией и может знания применить на практике.

– «4» (хорошо) – раскрыто основное содержание материала, но допущены неточности, нет последовательности в изложении. Студент

владеет материалом, но затрудняется сделать выводы, применить теоретические знания на практике.

– «3» (удовлетворительно) – усвоены основные понятия материала по данной теме, но нет примеров, студент путается в терминологии, не может самостоятельно применить теоретические знания в практической деятельности.

– «2» (неудовлетворительно) – работа выполнена в объеме менее 50% или содержит несколько существенных ошибок; работа не выполнена.

При опросах, проводимых устно или презентации (сообщении), оценка выставляется по пятибалльной шкале и комментируется оценочным суждением педагога:

– «5» (отлично) – полно раскрыто содержание материала в объеме программы и учебника; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины; ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.

– «4» (хорошо) – раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; ответ самостоятельный; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности в выводах.

– «3» (удовлетворительно) – усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определений понятий.

– «2» (неудовлетворительно) – основное содержание учебного материала не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы учителя; допущены грубые ошибки в определении понятий при использовании терминологии; отсутствие ответа.

Лабораторные работы оцениваются по пятибалльной шкале:

Оценка «5» (отлично) ставится, если:

- студент самостоятельно выполнил все этапы работы;
- работа выполнена полностью и получен верный чертеж, модель или иное требуемое представление результата работы.

Оценка «4» ставится, если:

- работа выполнена полностью, но при выполнении обнаружилось недостаточное владение навыками работы в рамках поставленной задачи;
- правильно выполнена большая часть работы (свыше 85%);
- работа выполнена полностью, но использованы наименее оптимальные подходы к решению поставленной задачи.

Оценка «3» ставится, если:

- работа выполнена не полностью, допущено более трех ошибок, но учащийся владеет основными навыками работы, требуемыми для решения поставленной задачи.

Оценка «2» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями, умениями и навыками работы или значительная часть работы выполнена не самостоятельно;
- работа показала полное отсутствие у студента обязательных знаний и навыков работы по проверяемой теме.

#### При оценивании экзамена

- «5» (отлично) – полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины; ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.
- «4» (хорошо) – раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; ответ самостоятельный; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности в выводах.
- «3» (удовлетворительно) – усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определений понятий.
- «2» (неудовлетворительно) – основное содержание учебного материала не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы учителя; допущены грубые ошибки в определении понятий при использовании терминологии; отсутствие ответа.

Критерии оценивания диагностической работы			
«зачтено»			«не зачтено»
Оценка 5 (отлично)	Оценка 4 (хорошо)	Оценка 3 (удовлетворительно)	Оценка 2 (неудовлетворительно)
90% и выше правильных ответов	75% – 89% правильных ответов.	60%–74% правильных ответов	менее 60% правильных ответов

## 2.4 Диагностическая работа

### по дисциплине Теплотехника

В рамках аккредитационной экспертизы проводится диагностическая работа, обеспечивающая оценку компетенций студентов.

Диагностическая работа применяется для определения уровня достижения планируемых результатов дисциплины Теплотехника.

Для оценки каждой компетенции должно быть разработано по 4 задания следующих типов различной сложности:

- 1 задание закрытого типа на установление соответствия;
- 1 задание закрытого типа на установление последовательности;
- 1 задание открытого типа с развернутым ответом;
- 1 задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных и обоснованием выбора.

Уровни сложности заданий:

– задания базового уровня сложности ориентированы на оценку теоретических знаний, как правило, это репродуктивные задания, направленные на воспроизведение фактического материала (фактов, терминологии, классификаций, параметров, строения, функций, последовательностей, принципов, теорий, структуры);

– задания повышенного уровня сложности ориентированы на оценку умений применять теоретические знания в типичной ситуации (решение типовых задач, сопоставление, сравнение, выявление проблемы, установление последовательности действий в типичной ситуации и др.);

– задания высокого уровня сложности ориентированы на оценку опыта деятельности, способности применять знания и умения в нестандартной ситуации (установление алгоритма и обоснований действий в нестандартной ситуации, решение нетиповых задач повышенного уровня сложности, оценивание альтернативных решений проблемы, обнаружение противоречий и логических заблуждений в тексте, обоснование решений и др.).

### Спецификация диагностической работы

#### по дисциплине Теплотехника

Код компетенции	Уровень сложности задания	Количество заданий
ОК 01	базовый	12
ПК 2.3	повышенный	12
ПК 2.4	высокий	12

## 2.4.1 Задания закрытого типа на установление соответствия

Порядок проведения задания закрытого типа на установление соответствия:

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов.

2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д.

3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов.

4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4)

### Задание № 1

Характеристика:		
№ задания	Код компетенции	Уровень сложности задания
1	ОК 01	базовый
Ключ к оцениванию:		
Правильный ответ		Критерии оценивания
		1 баллов — полное правильное соответствие; 0 баллов — остальные случаи
Требования к материалам и оборудованию:		
Материалы		Оборудование
отсутствуют		отсутствует

Содержание вопроса:

Прочитайте текст и установите соответствие

Внешним термодинамическим параметром для	Является параметр
1. газа	А. атмосферное давление
2. диэлектрика, находящегося в электрическом поле	Б. объем $V$ сосуда
3. жидкости в открытом сосуде	В. положение системы относительно силовых полей, скорость системы
4. для любых веществ	Г. напряженность этого поля

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

Полный комплект заданий находится у преподавателя.

## 2.4.2 Задания закрытого типа на установление последовательности

Порядок проведения задания закрытого типа на установление последовательности:

1. Внимательно прочитайте текст задания и поймите, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов.
2. Внимательно прочитайте предложенные варианты ответа.
3. Постройте верную последовательность из предложенных элементов.
4. Запишите буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности без пробелов и знаков препинания (например, БВА или 135).

### Задание № 10

Характеристика:		
№ задания	Код компетенции	Уровень сложности задания
10	ОК 01	базовый
Ключ к оцениванию:		
Правильный ответ		Критерии оценивания
		1 баллов — полное правильное соответствие; 0 баллов — остальные случаи
Требования к материалам и оборудованию:		
Материалы		Оборудование
отсутствуют		отсутствует

Содержание вопроса:

Прочитайте текст и установите последовательность.

Установите последовательность процессов при прямого цикла Карно

- 1) адиабатное расширение
- 2) адиабатное сжатие
- 3) изотермическое сжатие
- 4) изотермическое расширение

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

--	--	--	--

Полный комплект заданий находится у преподавателя.

### 2.4.3 Задания открытого типа с развернутым ответом

Порядок проведения задания открытого типа с развернутым ответом:

1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса.
2. Продумать логику и полноту ответа.
3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки.
4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

#### Задание № 19

Характеристика:		
№ задания	Код компетенции	Уровень сложности задания
19	ОК 01	базовый
Ключ к оцениванию:		
Правильный ответ		Критерии оценивания
		1 баллов — полное правильное соответствие; 0 баллов — остальные случаи
Требования к материалам и оборудованию:		
Материалы		Оборудование
отсутствуют		отсутствует

Содержание вопроса:

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

КПД цикла Карно определяется выражением

Запишите выражения

Полный комплект заданий находится у преподавателя.

## 2.4.4 Задания комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных и обоснованием выбора

Порядок проведения задания комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора:

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.
2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа.
3. Выбрать один ответ, наиболее верный.
4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа.
5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа.

### Задание № 28

Характеристика:		
№ задания	Код компетенции	Уровень сложности задания
28	ОК 01	базовый
Ключ к оцениванию:		
Правильный ответ		Критерии оценивания
		1 баллов — полное правильное соответствие; 0 баллов — остальные случаи
Требования к материалам и оборудованию:		
Материалы		Оборудование
отсутствуют		отсутствует

Содержание вопроса:

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Какой из циклов называют циклом сгорания при постоянном давлении?

1. Отто
2. Дизеля
3. Тринклера
4. Газотурбинной установки

Ответ:

Обоснование:

Полный комплект заданий находится у преподавателя.

## Приложения (образцы)

### Приложение 1

#### Примеры контрольных работ

##### Контрольная работа №1 “Основы технической термодинамики”

1. Один киломоль азота, находящегося при нормальных условиях, расширяется адиабатно от объема  $V_1$  до объема  $V_2 = 5 \cdot V_1$ . Найти: а) изменение внутренней энергии газа, б) работу, совершенную при расширении.

2. Холодильная машина, работающая по обратному циклу Карно, поддерживает в камере температуру  $2^\circ\text{C}$ , отводя в окружающую среду, температура которой  $30^\circ\text{C}$ ,  $20$  МДж тепла в час. Определить совершаемую установкой работу и холодильный коэффициент (отношение количества отведенного тепла к совершенной работе).

3. Давление воздуха при движении через вентиль понижается от  $p_1=0.8$  МПа до  $p_2=0.6$  МПа. Начальная температура воздуха  $t_1=20^\circ\text{C}$ . Определить изменение температуры и энтропии в рассматриваемом процессе дросселирования

##### Контрольная работа №2 “Основы теплообмена”

###### Вариант 1

1. Вдоль плоской стенки с обеих сторон движутся турбулентные потоки двух жидкостей, в процессе теплообмена с одной стороны коэффициент теплоотдачи  $230$  Вт/( $\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ), с другой –  $400$  Вт/( $\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ). Во сколько раз увеличится коэффициент теплопередачи через стенку, разделяющую жидкости, если скорость первого потока возрастет в 2 раза, а второго — в 3 раза? Термическое сопротивление стенки не учитывать.

2. Найти средний коэффициент теплоотдачи в охладителе воды при поперечном обтекании пучка из восьми рядов труб, с коридорным расположением. Наружный диаметр труб  $20$  мм, скорость воды в узком сечений пучка  $1,5$  м/с, средняя температура воды  $60^\circ\text{C}$ . Принять размеры шагов труб  $s_1 = 30$  мм,  $s_2 = 40$  мм.

3. В узкой щели между стенками, имеющими на поверхности температуры  $160$  и  $60^\circ\text{C}$ , циркулирует воздух. Воздушная прослойка в щели имеет толщину  $25$  мм. Найти плотность теплового потока между стенками.

Вариант 2

1. По горизонтальной трубе диаметром  $20 \times 1$  мм протекает вода с температурой  $85^\circ\text{C}$  на входе. Средняя температура стенки  $15^\circ\text{C}$ . Расход воды  $0,5$  кг/с. На выходе из трубы вода должна иметь температуру  $25^\circ\text{C}$ . Трубу какой длины следует для этого взять?

2. Найти средний коэффициент теплоотдачи в охладителе воздуха при поперечном обтекании пучка из восьми рядов труб, с коридорным расположением. Наружный диаметр труб  $32$  мм, скорость, воздуха в узком сечений пучка  $10$  м/с, средняя температура воздуха  $100^\circ\text{C}$ . Принять размеры шагов труб  $s_1 = 64$  мм,  $s_2 = 42$  мм.

3. Горизонтальная плита с обращенной вверх теплоотдающей поверхностью имеет размеры  $400 \times 1300$  мм и нагрета до  $90^\circ\text{C}$ . Вдали от плиты воздух имеет температуру  $20^\circ\text{C}$ . Найти тепловой поток от плиты к окружающему воздуху.

## Текущий опрос

**Текущий опрос** (устный или письменный) осуществляется преподавателем для контроля усвоения изученного материала. Материалы текущего контроля берутся преподавателем из учебной литературы (учебника), конспекта лекций.

**Вопросы к текущему опросу №1**  
**“История развития науки “Теплотехника”**

1. Назовите два принципиально различных направления использования теплоты.
1. Каково прикладное назначение науки «Теплотехника»?
2. Перечислите теплоизолирующее оборудование.
3. Каково его применение в промышленности?

**Вопросы к текущему опросу №2**  
**“Основные понятия и определения термодинамики”**

1. Что называют термодинамической системой
2. Что такое параметры состояния, перечислите.
3. Дайте определение идеального газа
4. Перечислите и запишите законы идеального газа.
5. Дайте определение внутренней энергии.
6. Расскажите о теплоте и работе.
7. Дайте определение удельной теплоемкости.

**Вопросы к текущему опросу №3**  
**“Термодинамические процессы”**

1. Перечислите изопроцессы
2. Какой процесс называют адиабатным, запишите закон.
3. Какой процесс называют политропным?
4. Запишите формулу для показателя политропы.

**Вопросы к текущему опросу №4**  
**“Первый закон термодинамики”**

1. Сформулируйте закон сохранения энергии.
2. Сформулируйте и запишите первый закон термодинамики.
3. Запишите первый закон термодинамики для изопроцессов
4. Что называют энтальпией.

**Вопросы к текущему опросу №5**

## **“Второй закон термодинамики”**

1. Какие процессы называют обратимыми и необратимыми?
2. Сформулируйте второй закон термодинамики (все формулировки) .
3. Какой цикл называют циклом Карно?
4. Что называют энтропией?

## **Вопросы к текущему опросу №6 “Термодинамика процессов течения газов и жидкостей”**

1. Запишите первый закон термодинамики для потока?
2. Как осуществляется сжатие газа в компрессоре?
3. Запишите уравнение адиабатного течения.
4. Расскажите о сопле Лаваля.
5. В чем заключается процесс дросселирования газа и пара?

## **Вопросы к текущему опросу №7 “Перенос теплоты теплопроводностью”**

1. Дайте определение теплопроводности.
2. Физический смысл теплопроводности.
3. Что такое термическое сопротивление теплопроводности?
4. От чего зависит теплопроводность веществ?
5. Что такое критическая величина цилиндрической изоляции?
6. Как рассчитывается критический диаметр изоляции?
7. В каком случае тепловой поток через цилиндрическую стенку будет возрастать при наложении изоляции?
8. Сформулируйте и запишите закон Фурье.
9. Сформулируйте условия однозначности.
10. Что такое градиент температуры?

## **Вопросы к текущему опросу №8 “Конвективный теплообмен”**

1. Что называется коэффициентом теплоотдачи?
2. Сформулируйте понятие свободного движения жидкости.
3. Что называется определяющей температурой?
4. Чем вызывается течение жидкости при свободной конвекции?
5. Сформулируйте и запишите интегральный закон Ньютона.
6. Что такое определяющий размер?
7. Что такое тепловой пограничный слой?
8. Что такое свободная конвекция?
9. Каким параметром определяется режим течения жидкости?
10. Дайте определение гидродинамическому пограничному слою.

## **Вопросы к текущему опросу №9 “Основы теории подобия”**

1. Какие физические процессы могут считаться подобными?
2. Какие критерии подобия называются определяющими и какие определяемыми?
3. Что называется определяющей температурой?
4. Критерий Рейнольдса и его физический смысл.
5. Критерий Прандтля и его физический смысл.
6. Какие критерии подобия описывают процессы теплообмена?
7. Что такое тепловой пограничный слой?
8. Физический смысл критерия Нуссельта.
9. Сформулируйте теоремы подобия.
10. Что такое определяющий размер?

## **Вопросы к текущему опросу №10 “Теплофизические основы теплообмена излучением”**

1. Что есть тепловое излучение?
2. Что такое абсолютно черное тело?
3. Что в теории излучения означает термин «серое тело»?
4. Что называется степенью черноты тела?
5. Запишите и объясните закон Стефана-Больцмана.
6. Что такое эффективное излучение?
7. Какие процессы включает в себя лучистый теплообмен?
8. Запишите выражение для спектральной плотности теплового излучения.
9. От чего зависит поглощательная способность реальных тел?
10. Запишите закон смещения Вина.

## **Вопросы к текущему опросу №11 “Промышленная теплотехника”**

1. Назовите основные типы теплообменных аппаратов.
2. Перечислите основные схемы организации движения теплоносителей.
3. Какой теплообменник называют смесительным?
4. Запишите формулу для среднелогарифмического температурного напора.
5. Запишите закон сохранения энергии применительно к теплообменнику.
6. Перечислите аддитивные технологии с использованием тепловых процессов.
7. Опишите FDM технологию.
8. Опишите принцип действия стереолитографической установки.
9. Какие материалы применяются в установках для аддитивного производства?

**Перечень вопросов к экзамену  
по дисциплине «Теплотехника»  
по специальности 15.02.09 Аддитивные технологии**

*Теоретическая часть*

1. Термодинамическая система. Параметры состояния. Идеальный газ и законы идеального газа, понятия о смесях. Смеси идеальных газов.
2. Внутренняя энергия. Теплота и работа. Удельная теплоемкость.
3. Основные термодинамические процессы и параметры состояния.
4. Закон сохранения и превращения энергии. Первый закон термодинамики. Энтальпия.
5. Обратимые и необратимые процессы. Круговые термодинамические процессы тепловых двигателей. Круговые термодинамические процессы холодильных установок.
6. Формулировка второго закона термодинамики. Обратимый цикл Карно. Понятие энтропии.
7. Термодинамический процесс получения водяного пара.
8. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.
9. Общая характеристика циклов ДВС.
10. Первый закон термодинамики для потока. Сжатие газа в компрессоре.
11. Уравнение адиабатного течения. Истечение газов из сопел.
12. Дросселирование газа и пара.
13. Общая характеристика процессов теплопроводности. Теплопроводность плоской стенки.
14. Теплопроводность цилиндрической стенки при стационарном режиме.
15. Вынужденная и естественная конвекция. Основные уравнения конвективного теплообмена.
16. Применение теории пограничного слоя для решения задач конвективного теплообмена. Тепловой пограничный слой.
17. Основные понятия теории подобия. Применение теории подобия к решению задач конвективного теплообмена.
18. Количественные характеристики процесса излучения. Виды лучистых потоков.
19. Промышленные нагревательные устройства. Тепловые процессы, происходящие в аппаратах и машинах.
20. Классификация установок для аддитивного производства.

*Практическая часть*

Продемонстрировать умение применять теоретические знания при решении практических прикладных задач (получить задание у преподавателя).