



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИЙ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
В Г. ВОЛГОДОНСКЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**(Институт технологий (филиал) ДГТУ в г. Волгодонске)**



**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
(ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА)**

**для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации  
по дисциплине**

**«Основы тепловых расчетов теплообменного оборудования. Использование современных  
расчетных программ»**

**для обучающихся по направлению подготовки**

**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств**

**профиль Технология машиностроения**

**2020 года набора**

Волгодонск  
2021

## Лист согласования


Оценочные материалы (оценочные средства) по дисциплине «Основы тепловых расчетов теплообменного оборудования. Использование современных расчетных программ» составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности)

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (приказ Минобрнауки России от 11.08.2016 № 1000 ).

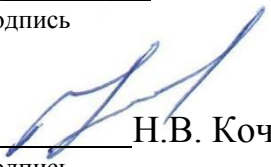
Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «ТСиИТ» протокол № 10 от «26» апреля 2021 г

Разработчики оценочных материалов (оценочных средств)

Доцент

  
\_\_\_\_\_ С.Н. Алехин  
подпись


И.о. зав. кафедрой

  
\_\_\_\_\_ Н.В. Кочковая  
подпись


**Согласовано:**

Генеральный директор

АО «Волгодонский завод металлургического  
и энергетического оборудования», \_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_ Н.А. Сакирко  
подпись

Первый заместитель директора  
АО «Атоммашэкспорт», \_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_ Н.И. Кривошлыков  
подпись

**Лист визирования оценочных материалов (оценочных средств)  
на очередной учебный год**

Оценочные материалы (оценочные средства) по дисциплине «Основы тепловых расчетов теплообменного оборудования. Использование современных расчетных программ» проанализированы и признаны актуальными для использования на 20\_\_ - 20\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры «ТСиИТ» от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой «ТСиИТ» \_\_\_\_\_ Н.В. Кочковая  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Оценочные материалы (оценочные средства) по дисциплине «Основы тепловых расчетов теплообменного оборудования. Использование современных расчетных программ» проанализированы и признаны актуальными для использования на 20\_\_ - 20\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры «ТСиИТ» от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой «ТСиИТ» \_\_\_\_\_ Н.В. Кочковая  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Оценочные материалы (оценочные средства) по дисциплине «Основы тепловых расчетов теплообменного оборудования. Использование современных расчетных программ» проанализированы и признаны актуальными для использования на 20\_\_ - 20\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры «ТСиИТ» от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой «ТСиИТ» \_\_\_\_\_ Н.В. Кочковая  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Оценочные материалы (оценочные средства) по дисциплине «Основы тепловых расчетов теплообменного оборудования. Использование современных расчетных программ» проанализированы и признаны актуальными для использования на 20\_\_ - 20\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры «ТСиИТ» от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой «ТСиИТ» \_\_\_\_\_ Н.В. Кочковая  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

С.

1 Паспорт оценочных материалов (оценочных средств)	5
1.1 Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем), с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП	5
1.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования	9
1.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, описание шкал оценивания	12
2 Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	12
2.1 Задания для оценивания результатов обучения в виде знаний и умений	12
2.2 Задания для оценивания результатов обучения в виде владений и умений	17
2.3 Типовые проверочные материалы	17

## **1 Паспорт оценочных материалов (оценочных средств)**

Оценочные материалы (оценочные средства) прилагаются к рабочей программе дисциплины и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов обучения.

Оценочные материалы (оценочные средства) используются при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

### **1.1 Перечень компетенций, формируемых дисциплиной, с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП**

Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины:

ПК-4: способностью участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа.

ПК-16: способностью осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.

Таблица 1 Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины

Код компетенции	Уровень освоения	Дескрипторы компетенции (результаты обучения, показатели достижения результата обучения, которые обучающийся может продемонстрировать)	Вид учебных занятий, работы, формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции	Контролируемые разделы и темы дисциплины	Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для оценки уровня сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенций
ПК-4:	Знать:		Практические занятия, СРС, ТЗ	1.1 – 1.19	СР, ПЗ, ТЗ, вопросы зачета	посещаемость занятий; познавательная активность на занятиях, качество самостоятельной работы выполнение практических заданий, умение делать выводы
	Уровень 1:	параметры состояния газа и уравнения состояния для идеального и реального газа, термодинамические процессы;				
	Уровень 2:	понятия работа, внутренняя энергия, теплота, теплоёмкость и энтальпия, законы термодинамики, устанавливающие порядок и степень преобразования тепловой энергии в работу;				
	Уровень 3:	энтропия термодинамических систем, цикл Карно, как идеальный термодинамический цикл, обладающий максимальным КПД;				
	Уметь:					
	Уровень 1:	строить термодинамические процессы $v$ - $v$ и $t$ - $s$ координатах;				
	Уровень 2:	анализировать циклы энергетических установок с точки зрения получения максимального КПД;	СР, ПЗ, ТЗ		СР, ПЗ, ТЗ, вопросы зачета	
	Уровень 3:	проводить расчёты затрат энергии, необходимой для получения перегретого водяного				

		пара с заданными параметрами при помощи современных расчетных программ				
	Владеть:					
	Уровень 1:	навыками построения термодинамических процессов $v$ - $v$ и $t$ - $s$ координатах;	СР, ПЗ, ТЗ			
	Уровень 2:	навыком анализа циклов энергетических установок с точки зрения получения максимального КПД;				
	Уровень 3:	методами расчетом затрат энергии, необходимой для получения перегретого водяного пара с заданными параметрами современных расчетных программ			СР, ПЗ, ТЗ, вопросы зачета	
ПК-16:	Знать:		СР, ПЗ, ТЗ			
	Уровень 1:	основы теории теплопередачи и виды теплообмена, законы теплопроводности при стационарном и нестационарном режимах;				
	Уровень 2:	общий вид критериальных уравнений свободной и вынужденной конвекции; физические принципы лучистого теплообмена, законы Стефана-Больцмана и Кирхгофа, принцип действия, устройства и расчёт теплообменных аппаратов.		1.1 – 1.19		
	Уровень 3:	функционал современных расчетных программ, позволяющих осуществлять тепловые расчеты.			СР, ПЗ, ТЗ, вопросы зачета	посещаемость занятий; познавательная активность на занятиях, качество самостоятельной работы выполнение практических заданий, умение делать выводы

Уметь:		СР, ПЗ, ТЗ		СР, ПЗ, ТЗ, вопросы зачета	
Уровень 1:	проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в промышленности;				
Уровень 2:	рассчитывать тепловые потоки и строить температурные поля в элементах технологических машин;				
Уровень 3:	рассчитывать тепловые потери в элементах технологических машин, проводить тепловой и гидравлический расчеты теплообменных аппаратов посредством современных программных средств.				
Владеть		СР, ПЗ, ТЗ		СР, ПЗ, ТЗ, вопросы зачета	
Уровень 1:	расчетом тепловых потоков и построением температурных полей в элементах технологических машин				
Уровень 2:	расчетом тепловых потерь в элементах технологических машин				
Уровень 3:	проведением тепловых и гидравлических расчетов теплообменных аппаратов				



## **1.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся.

По дисциплине «Основы тепловых расчетов теплообменного оборудования. Использование современных расчетных программ» предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль (осуществление контроля всех видов аудиторной и внеаудиторной деятельности обучающегося с целью получения первичной информации о ходе усвоения отдельных элементов содержания дисциплины); промежуточная аттестация (оценивается уровень и качество подготовки по дисциплине в целом).

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся. Текущий контроль служит для оценки объёма и уровня усвоения обучающимся учебного материала одного или нескольких разделов дисциплины (модуля) в соответствии с её рабочей программой и определяется результатами текущего контроля знаний обучающихся.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр по календарному графику учебного процесса.

Текущий контроль предполагает начисление баллов за выполнение различных видов работ. Результаты текущего контроля подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы. Регламент балльно-рейтинговой системы определен Положением о системе «Контроль успеваемости и рейтинг обучающихся».

Текущий контроль является результатом оценки знаний, умений, навыков и приобретенных компетенций обучающихся по всему объёму учебной дисциплины, изученному в семестре, в котором стоит форма контроля в соответствии с учебным планом.

Текущий контроль успеваемости предусматривает оценивание хода освоения дисциплины: теоретических основ и практической части.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы тепловых расчетов теплообменного оборудования. Использование современных расчетных программ» проводится в форме зачета.

В табл. 2 приведено весовое распределение баллов и шкала оценивания по видам контрольных мероприятий.

Таблица 2 Весовое распределение баллов и шкала оценивания по видам контрольных мероприятий

Текущий контроль (50 баллов <sup>1</sup> )				Промежуточная аттестация (50 баллов)	Итоговое количество баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации
Блок 1		Блок 2			
Лекционные занятия (X <sub>1</sub> )	Практические занятия (Y <sub>1</sub> )	Лекционные занятия (X <sub>2</sub> )	Практические занятия (Y <sub>2</sub> )	от 0 до 50 баллов	Менее 60 балла – не зачтено; Более 61 балла – зачтено
0	20	0	30		
Сумма баллов за 1 блок = X <sub>1</sub> + Y <sub>1</sub> =20		Сумма баллов за 2 блок = X <sub>2</sub> + Y <sub>2</sub> =30			

<sup>1</sup> Вид занятий по дисциплине (лекционные, практические, лабораторные) определяется учебным планом. Количество столбцов таблицы корректируется в зависимости от видов занятий, предусмотренных учебным планом.

Распределение баллов по блокам, по каждому виду занятий в рамках дисциплины определяет преподаватель. Распределение баллов по дисциплине утверждается протоколом заседания кафедры.

Для определения фактических оценок каждого показателя выставляются следующие баллы (табл.3):

Таблица 3– Распределение баллов по дисциплине

Вид учебных работ по дисциплине	<i>Количество баллов</i>	
	<i>1 блок</i>	<i>2 блок</i>
<i>Текущий контроль (50 баллов)</i>		
Посещение занятий	4	5
Выполнение заданий по дисциплине (ПЗ, СР), в том числе:	16	25
- практические задания (ПЗ)	6	10
- самостоятельная работа (СР)	5	10
- тестовые задания (ТЗ)	5	5
	<b>20</b>	<b>30</b>
<i>Промежуточная аттестация (50 баллов)</i>		
Зачет в устной форме		
<b>Сумма баллов по дисциплине 100 баллов</b>		

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся образовательной программы по дисциплине. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

*Оценка «зачтено» (от 61 до 100 баллов) выставляется на зачете обучающимся, если:*

- обучающийся набрал по текущему контролю необходимые и достаточные баллы для выставления оценки автоматом;
- обучающийся знает и воспроизводит основные положения дисциплины в соответствии с заданием, применяет их для выполнения типового задания в котором очевиден способ решения;
- обучающийся продемонстрировал базовые знания, умения и навыки важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;
- у обучающегося не имеется затруднений в использовании научно-понятийного аппарата в терминологии курса, а если затруднения имеются, то они незначительные;
- на дополнительные вопросы преподавателя обучающийся дал правильные или частично правильные ответы;

Компетенция (и) или ее часть (и) сформированы на базовом уровне (уровень 1) (см. табл. 1).

Оценка «не зачтено» (от 0 до 60 баллов) ставится на зачете обучающийся, если:

- обучающийся имеет представление о содержании дисциплины, но не знает основные положения (темы, раздела, закона и т.д.), к которому относится задание, не способен выполнить задание с очевидным решением, не владеет навыками выполнения задания практической работы, не ориентируется в практической ситуации;
- имеются существенные пробелы в знании основного материала по программе курса;
- в процессе ответа по теоретическому и практическому материалу, содержащемуся в вопросах зачетного билета, допущены принципиальные ошибки при изложении материала;
- имеются систематические пропуски обучающийся лекционных и лабораторных занятий по неважным причинам;
- во время текущего контроля обучающийся набрал недостаточные для допуска к зачету баллы;
- вовремя не подготовил отчет по практическим работам, предусмотренным РПД.

Компетенция(и) или ее часть (и) не сформированы.

### **1.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине «Основы тепловых расчетов теплообменного оборудования. Использование современных расчетных программ» осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Результаты текущего контроля подводятся по шкале балльно - рейтинговой системы, реализуемой в ДГТУ.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр по календарному графику учебного процесса в рамках проведения контрольных точек.

Формы текущего контроля знаний:

- решение практических заданий и задач (ПЗ);
- решение тестовых заданий (ТЗ);
- самостоятельная работа (СР).

Проработка конспекта учебной литературы осуществляется студентами в течение всего семестра, после изучения новой темы. Перечень вопросов для устного опроса определен содержанием темы в РПД и методическими рекомендациями по изучению дисциплины.

Защита практических заданий производится студентом в день их выполнения в соответствии с расписанием занятий. Преподаватель проверяет правильность выполнения практического задания студентом, контролирует знание студентом пройденного материала с помощью контрольных вопросов или тестирования.

Оценка компетентности осуществляется следующим образом: в процессе защиты выявляется информационная компетентность в соответствии с практическим заданием, затем преподавателем дается комплексная оценка деятельности студента.

Высокую оценку получают студенты, которые при подготовке материала для самостоятельной работы сумели самостоятельно составить логический план к теме и реализовать его, собрать достаточный фактический материал, показать связь рассматриваемой темы с современными проблемами науки и общества, с направлением обучения студента и каков авторский вклад в систематизацию, структурирование материала.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателям (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

Итоговый контроль освоения умения и усвоенных знаний дисциплины «Основы тепловых расчетов теплообменного оборудования. Использование современных расчетных программ» осуществляется в процессе промежуточной аттестации на зачете. Условием допуска к зачету является положительная текущая аттестация по всем практическим работам учебной дисциплины, ключевым теоретическим вопросам дисциплины.

## **2 Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **2.1 Задания для оценивания результатов обучения в виде знаний и умений:**

#### **2.1.1 Вопросы для самоконтроля для оценивания результатов обучения в виде знаний и умений:**

1. Назначение и общие принципы проектирования теплообменных установок.  
Классификация
2. Теплоносители и их физические свойства
3. Выбор скоростей теплоносителей
4. Этапы расчета теплообменных аппаратов
5. Методы оценки и некоторые способы повышения энергетической эффективности поверхностей теплообмена

6. Способы повышения тепловой эффективности установок
7. Рекуперативные парожидкостные теплообменные аппараты. Области применения. Конструкции.
8. Тепловой расчет
9. Конструктивный расчет
10. Гидравлический расчет
11. Рекуперативные жидкостно-жидкостные теплообменные аппараты
12. Рекуперативные газожидкостные теплообменные аппараты
13. Рекуперативные газо-газовые теплообменные аппараты
14. Расчет на прочность элементов теплообменного оборудования
15. Материалы и области их применения
16. Расчет цилиндрических обечаек
17. Расчет выпуклых крышек и днищ
18. Расчет конических днищ, крышек и переходов
19. Расчет плоских крышек и днищ
20. Расчет прямоугольных камер
21. Расчет болтов и шпилек фланцевого соединения
22. Расчет толщины трубной доски в аппаратах нежесткой конструкции
23. Расчет вертикальной неподвижной опоры

Решение тестовых заданий в рамках самостоятельной работы обучающегося позволяют оценить приобретенные знания, умения и навыки.

Вопросы	Ответы
По <i>способу передачи теплоты</i> теплообменные аппараты классифицируются следующим образом:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. подогреватели, испарители, холодильники, калориферы, радиаторы</li> <li>2. рекуперативные (поверхностные), регенеративные, смесительные (контактные)</li> <li>3. парожидкостные, газожидкостные, жидкостно-жидкостные, газо-газовые</li> <li>4. высокотемпературные, среднетемпературные, криогенные, низкотемпературные</li> </ol>
По <i>характеру температурного режима</i> теплообменные аппараты классифицируются следующим образом:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. высокотемпературные, среднетемпературные, низкотемпературные, криогенные</li> <li>2. подогреватели, испарители, холодильники, калориферы, радиаторы</li> <li>3. с установившимся (стационарным) тепловым режимом, с неуставившимся (нестационарным) тепловым режимом</li> <li>4. рекуперативные, регенеративные, смесительные</li> </ol>
Рабочий диапазон <i>среднетемпературных</i> процессов и установок составляет ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. до 200 °С</li> <li>2. от 150 до 700 °С</li> <li>2. свыше 200 °С</li> <li>3. ниже 300 °С</li> </ol>
<i>Идеальный</i> теплоноситель должен обладать следующими физическими свойствами:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. низкая плотность, вязкость, теплопроводность, высокая теплоёмкость и теплота фазового перехода</li> <li>2. высокая плотность, вязкость, теплота фазового перехода, низкая теплопроводность и теплоёмкость</li> <li>3. низкая вязкость, теплопроводность, высокая теплоёмкость, плотность и теплота фазового перехода</li> <li>4. высокая плотность, теплоёмкость, теплопроводность и теплота фазового перехода, низкая вязкость</li> </ol>
Скрытая теплота парообразования или конденсации – это ... Какая из формулировок <i>неверна</i> ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. количество теплоты, выделяющейся при конденсации 1 кг пара при данном давлении</li> <li>2. количество теплоты, которое надо затратить, чтобы 1 кг кипящей воды при данном давлении превратить в пар</li> <li>3. количество теплоты, которое выделяется при конденсации 1 кг пара или которое надо затратить, чтобы 1 кг кипящей воды превратить в пар при данном давлении</li> <li>4. количество теплоты, которое надо затратить, чтобы 1 кг пара при данном давлении превратить в воду</li> </ol>

В <i>рекуперативных</i> аппаратах передача теплоты происходит ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. периодически (циклически) в результате соприкосновения греющей среды с насадкой, которая аккумулирует тепло и отдаёт его нагреваемой среде</li> <li>2. при непосредственном соприкосновении греющей и нагреваемой рабочих сред на поверхности насадки</li> <li>3. при непосредственном перемешивании греющей и нагреваемой рабочих сред в объёме аппарата</li> <li>4. непрерывно во времени через разделяющую твёрдую стенку</li> </ol>
Коэффициент теплоотдачи от <i>газового</i> потока к стенке в рабочем диапазоне скоростей составляет величину ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2–10 Вт/(м<sup>2</sup>·°C)</li> <li>2. 100–1000 Вт/(м<sup>2</sup>·°C)</li> <li>3. 10–100 Вт/(м<sup>2</sup>·°C)</li> <li>4. 1000–20000 Вт/(м<sup>2</sup>·°C)</li> </ol>
Целью <i>прямого теплового расчёта</i> является определение ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. поверхности нагрева теплообменника</li> <li>2. температурного напора</li> <li>3. коэффициента теплопередачи</li> <li>4. тепловой производительности</li> </ol>
Из уравнения теплового баланса $G_1 \cdot C_{p1} \cdot (t_1' - t_1'') \cdot \eta = G_2 \cdot C_{p2} \cdot (t_2'' - t_2')$ обычно определяют ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. температурный напор</li> <li>2. коэффициент теплопередачи</li> <li>3. расход греющей или нагреваемой среды или одну из неизвестных температур теплоносителей</li> <li>4. термическое сопротивление</li> </ol>
В расчётной формуле $k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$ для определения коэффициента теплопередачи $\lambda$ – это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. теплопроводность греющей среды</li> <li>2. теплопроводность материала стенки</li> <li>3. теплопроводность нагреваемой среды</li> <li>4. теплопроводность накипи</li> </ol>
Направление движения теплоносителей в пароводяном теплообменнике <i>не влияет</i> на величину температурного напора, потому что ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. водяной эквивалент одного из теплоносителей значительно больше другого</li> <li>2. скорость воды значительно ниже скорости пара</li> <li>3. температура пара при конденсации не изменяется</li> <li>4. коэффициенты теплоотдачи с обеих сторон – величины одного порядка</li> </ol>

<p>Затраты мощности на преодоление сопротивления определяются по формуле:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>N = \frac{G \cdot \rho}{\Delta P_o \cdot \eta}</math></li> <li>2. <math>N = \frac{G \cdot \Delta P_o}{\rho \cdot \eta}</math></li> <li>3. <math>N = \frac{\Delta P_o}{\rho \cdot \eta}</math></li> <li>4. <math>N = \frac{\rho \cdot \Delta P_o}{G \cdot \eta}</math></li> </ol>
<p>Эффективность работы теплообменных аппаратов <i>снижается</i> в результате ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. снижения давления теплоносителей</li> <li>2. применения теплоносителей с высокими теплофизическими свойствами</li> <li>3. использования материала стенки с высоким коэффициентом теплопроводности</li> <li>4. повышения температурного напора</li> </ol>
<p>В <i>газожидкостных</i> теплообменниках повышение тепловой эффективности достигается за счёт ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. увеличения скорости жидкости</li> <li>2. оребрения со стороны жидкости</li> <li>3. увеличения давления жидкости</li> <li>4. оребрения со стороны газа</li> </ol>
<p>В схеме установки регенеративных подогревателей питательной воды на ТЭЦ <i>подогреватели низкого давления</i> (ПНД) работают под напором конденсатного насоса, создающего давление воды ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. более 60 кг/см<sup>2</sup></li> <li>2. не выше 16 кг/см<sup>2</sup></li> <li>3. более 60 кг/см<sup>2</sup></li> <li>4. менее 6 кг/см<sup>2</sup></li> </ol>
<p>В парожидкостных аппаратах <i>жесткой</i> конструкции ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в межтрубном пространстве устанавливаются перегородки</li> <li>2. трубные доски крепятся к корпусу аппарата</li> <li>3. одна из трубных досок крепится к корпусу аппарата</li> <li>4. одна из трубных досок заменена гибкой трубной системой</li> </ol>

Оценка 8 баллов выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на 80% и более тестовых заданий;

Оценка 7 баллов выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на 71-79% тестовых заданий;

Оценка 6 баллов выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на 61-70% тестовых заданий;

Оценка 5 баллов выставляется обучающемуся, если он правильно ответил на 51-60% тестовых заданий;

Оценка 4 балла выставляется обучающемуся, если он правильно ответил 41-50%.



## 2.2 Задания для оценивания результатов обучения в виде владений и умений

### *Комплекс практических заданий и задач (ПЗ)*

#### Практические работы

1. Основные законы идеального газа и термодинамические процессы
2. Водяной пар и влажный воздух: I-S и I-D диаграммы
3. Современные расчетные программы. Решение задач проф деятельности при помощи программных средств.

#### Пример типовых задач

1. Подобрать теплообменник для нагрева гексана от 25°C ( $t_1$ ) до 80°C ( $t_2$ ) производительностью 18000 кг/ч; давление в аппарате  $2 \cdot 10^5$  Па; допустимая потеря давления  $0,25 \cdot 10^5$  Па.
2. Подобрать стандартизованный кипятильник ректификационной колонны для испарения 120000 кг/ч пропилового спирта при избыточном давлении 0,04 МПа.
3. Подобрать стандартизованный пластинчатый теплообменник для охлаждения 9350 кг/ч смеси толуола и гептана. Содержание низкокипящего компонента  $Y_d=0,97$ . Начальная температура смеси  $t_1=45^\circ\text{C}$ , конечная  $t_2=25^\circ\text{C}$ . Допустимое сопротивление теплообменника по обоим потокам  $\Delta p_{\text{доп}}=1,3 \cdot 10^5$  Па. Начальную и конечную температуру воды принять

## 2.3 Типовые проверочные материалы

### *Перечень вопросов для проведения зачета*

1. Параметры состояния газов, уравнения состояния идеального и реального газа.
2. Смеси идеальных газов. Способы задания состава смеси.
3. Энергетические характеристики термодинамических систем, их определения и размерности.
4. Теплоемкости идеальных газов и смесей, газовая постоянная.
5. Первый закон термодинамики для закрытых систем.
6. Процессы прямые и обратные. Циклы. Функции состояния и функции процесса.
7. Политропный процесс. Показатель политропы, его определение. Вывести связь между параметрами состояния через показатель политропы.
8. Расчет работы, внутренней энергии и энтальпии для политропного процесса.
9. Перечислите основные термодинамические процессы сжатия и расширения и изобразите их в координатах  $p-v$ . Графическая интерпретация совершаемой газом работы.
10. Перечислите основные термодинамические процессы сжатия и расширения и изобразите их в координатах  $T-s$ . Графическая интерпретация тепла в процессе.
11. Расчет работы тепла, энтальпии и энтропии для адиабатного процесса.
12. Расчет работы тепла, энтальпии и энтропии для изотермического процесса.
13. Расчет работы тепла, энтальпии и энтропии для изохорного процесса,
14. Расчет работы тепла, энтальпии и энтропии для изобарного процесса.
15. Второй закон термодинамики, его формулировки и область применения.
16. Цикл Карно, его термический КПД, роль цикла Карно при проектировании тепловых машин. Цикл Карно с регенерацией тепла.
17. Основные определения кинематики газовых течений. Линия тока, трубка тока, живое сечение потока.
18. Вывод дифференциального уравнения неразрывности в прямоугольных координатах.

19. Первый закон термодинамики для газовых течений. Частные случаи закона сохранения энергии.
20. Энтальпия заторможенного потока. Статические и заторможенные параметры газов, вывести связь между ними.
21. Характерные скорости газового потока (скорость звука, критическая скорость, предельная скорость истечения), безразмерные скорости.
22. Уравнение теплообмена в дифференциальной форме для нестационарного и стационарного режимов. Основные законы переноса вещества.
23. Основное дифференциальное уравнение теплопроводности в различных системах координат.
24. Распределение температуры в однослойных плоской и цилиндрической стенках.
25. Режимы движения жидкости: ламинарное, турбулентное движение. Три теоремы теории подобия.
26. Получение критериев гидродинамического и теплового подобия из уравнения сохранения количества движения, энергии и массы.
27. Основные уравнения газовой динамики. Расчет газопроводов. Геометрическое воздействие на газовый поток.
28. Классификация и типы теплообменных аппаратов. С попутным движением, с противопотоком, с перекрестным движением, со смешанным движением.
29. Тепловой расчет рекуперативного теплообменника.
30. Гидравлический расчет рекуперативного теплообменника.
31. Расчетные программные продукты. Функционал.
32. Решение задач профессиональной деятельности при помощи расчетных программ.
33. Функциональное назначение специализированных программных средств.

Структура оценочных материалов (оценочных средств), позволяющих оценить уровень компетенций, сформированный у обучающихся при изучении дисциплины «Основы тепловых расчетов теплообменного оборудования. Использование современных расчетных программ» приведена в таблице 4.

Таблица 4 - Оценочные материалы (оценочные средства) по дисциплине «Основы тепловых расчетов теплообменного оборудования. Использование современных расчетных программ»

Компетенции	Знать	Оценочные средства		Уметь	Оценочные средства		Владеть	Оценочные средства	
		текущий контроль	промежуточный контроль		текущий контроль	промежуточный контроль		текущий контроль	промежуточный контроль
ПК-4	параметры состояния газа и уравнения состояния для идеального и реального газа, термодинамические процессы;	СР, ТЗ	Вопросы к зачету	строить термодинамические процессы $p-v$ и $t-s$ координатах;	СР, ПЗ, ТЗ	Вопросы к зачету	навыками построения термодинамических процессов $p-v$ и $t-s$ координатах;	СР, ПЗ, ТЗ	Вопросы к зачету
	понятия работа, внутренняя энергия, теплота, теплоёмкость и энтальпия, законы термодинамики, устанавливающие порядок и степень преобразования тепловой энергии в работу;			анализировать циклы энергетических установок с точки зрения получения максимального КПД;			навыком анализа циклов энергетических установок с точки зрения получения максимального КПД;		
	энтропия термодинамических систем, цикл Карно, как идеальный термодинамический			проводить расчёты затрат энергии, необходимой для получения перегретого водяного пара с			методами расчетом затрат энергии, необходимой для получения перегретого водяного пара с		

	цикл, обладающий максимальным КПД;			заданными параметрами при помощи современных расчетных программ.			заданными параметрами с использованием современных расчетных программ.		
ПК-16	основы теории теплопередачи и виды теплообмена, законы теплопроводности при стационарном и нестационарном режимах;	СР, ТЗ	Вопросы к зачету	проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в промышленности;	СР, ПЗ, ТЗ	Вопросы к зачету	расчетом тепловых потоков и построением температурных полей в элементах технологических машин	СР, ПЗ, ТЗ	Вопросы к зачету
	общий вид критериальных уравнений свободной и вынужденной конвекции; физические принципы лучистого теплообмена, законы Стефана-Больцмана и Кирхгофа, принцип действия, устройства и расчет теплообменных аппаратов.			рассчитывать тепловые потоки и строить температурные поля в элементах технологических машин;			расчетом тепловых потерь в элементах технологических машин		
	функционал современных расчетных программ, позволяющих осуществлять тепловые			рассчитывать тепловые потери в элементах технологических машин, проводить тепловой и			проведением тепловых и гидравлических расчетов теплообменных аппаратов		

	расчеты.			гидравлический расчеты теплообменных аппаратов посредством современных программных средств.					
--	----------	--	--	---	--	--	--	--	--