

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущей и промежуточной аттестации

по учебной дисциплине

«Основы трансформации теплоты»

для направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
профиль «Тепловые электрические станции»

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Форма обучения очная

Семестр	1	2	3	4	5	6	7	8
Наименование дисциплины								
ПК-13 Способность к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт								
Б1.Б20 Энергоэффективность систем централизованного теплоснабжения							+	
Б1.В.ДВ.6.1 Основы централизованного теплоснабжения						+	+	
Б1.В.ДВ.6.2 Источники и системы теплоснабжения Забайкальского края						+	+	
Б1.В.ДВ.7.1 Насосы, компрессоры, вентиляторы							+	
Б1.В.ДВ.7.2 Нагнетатели и тепловые двигатели							+	
Б1.В.ДВ.11.1 Производство, распределение и транспортировка энергоносителей				+				
Б1.В.ДВ.11.2 Основы трансформации теплоты				+				
Б2.П2 Технологическая практика						+		
Б3. ГЭ Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена								+
Б3.ВКР Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты								+
Этапы формирования компетенций				1		2	3	4

Форма обучения заочная

Семестр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Наименование дисциплины										
ПК-13 Способность к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт										
Б1.Б20 Энергоэффективность систем централизованного теплоснабжения								+		
Б1.В.ДВ.6.1 Основы централизованного теплоснабжения								+	+	
Б1.В.ДВ.6.2 Источники и системы теплоснабжения Забайкальского края								+	+	
Б1.В.ДВ.7.1 Насосы, компрессоры, вентиляторы									+	
Б1.В.ДВ.7.2 Нагнетатели и тепловые двигатели									+	
Б1.В.ДВ.11.1 Производство, распределение и транспортировка энергоносителей					+					

Наименование дисциплины	Семестр									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Б1.В.ДВ.11.2 Основы трансформации теплоты					+					
Б2.П2 Технологическая практика								+		
Б3. ГЭ Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена										+
Б3.ВКР Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты										+
Этапы формирования компетенций					1			2	3	4

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

2.1 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования (промежуточная аттестация)

Компетенции	Показатели	Критерии в соответствии с уровнем освоения ОП			Оценочное средство (промежуточная аттестация)
		пороговый (удовлетворительно) 55-69 баллов	стандартный (хорошо) 70-84 балла	эталонный (отлично) 85-100 баллов	
ПК-13	Знать	Неполные знания и представления в недостаточной привязке к задачам профессиональной деятельности: 1) терминологии и основных технических параметров трансформаторов тепла; 2) рабочих веществ и материалов, применяемых в холодильной и криогенной технике; 3) методик расчета схем тепловых трансформаторов тепла.	Сформированные в недостаточной мере в привязке к задачам профессиональной деятельности представления и знания: 1) терминологии и основных технических параметров трансформаторов тепла; 2) рабочих веществ и материалов, применяемых в холодильной и криогенной технике; 3) методик расчета схем тепловых трансформаторов тепла.	Системные, сформированные в полной привязке к профессиональной деятельности, представления и знания: 1) терминологии и основных технических параметров трансформаторов тепла; 2) рабочих веществ и материалов, применяемых в холодильной и криогенной технике; 3) методик расчета схем тепловых трансформаторов тепла.	Теоретические вопросы

Компетенции	Показатели	Критерии в соответствии с уровнем освоения ОП			Оценочное средство (промежуточная аттестация)
		пороговый (удовлетворительно) 55-69 баллов	стандартный (хорошо) 70-84 балла	эталонный (отлично) 85-100 баллов	
	Уметь	В целом успешное, но не систематическое умение: 1) выбирать необходимые рабочие вещества (хладагенты) для холодильной и криогенной техники; 2) анализировать процессы и циклы трансформаторов тепла; 3) разбираться в методиках расчета трансформаторов тепла и применять их для решения задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении: 1) выбирать необходимые рабочие вещества (хладагенты) для холодильной и криогенной техники; 2) анализировать процессы и циклы трансформаторов тепла; 3) разбираться в методиках расчета трансформаторов тепла и применять их для решения задач	Сформированное умение: 1) выбирать необходимые рабочие вещества (хладагенты) для холодильной и криогенной техники; 2) анализировать процессы и циклы трансформаторов тепла; 3) разбираться в методиках расчета трансформаторов тепла и применять их для решения задач	Задачи, теоретические вопросы
	Владеть	В целом успешное, но несистематическое владение: 1) терминологией и навыками дискуссии по профессиональной тематике в области холодильной и криогенной техники; 2) навыками и методиками расчета трансформаторов тепла; 3) навыками по составлению заявок на оборудование, запасные части, и подготовке технической документации на ремонт.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении: 1) терминологией и навыками дискуссии по профессиональной тематике в области холодильной и криогенной техники; 2) навыками и методиками расчета трансформаторов тепла; 3) навыками по составлению заявок на оборудование, запасные части, и подготовке технической документации на ремонт.	Сформированное владение: 1) терминологией и навыками дискуссии по профессиональной тематике в области холодильной и криогенной техники; 2) навыками и методиками расчета трансформаторов тепла; 3) навыками по составлению заявок на оборудование, запасные части, и подготовке технической документации на ремонт.	Задачи, теоретические вопросы

2.2. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучаемых и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением оцениванием решения практических и контрольных задач, опросом обучающихся на занятиях. Контролируемые разделы (темы) дисциплины, компетенции и оценочные средства представлены в таблице.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства**
4 семестр			
1	Введение. Классификация источников тепловой энергии. Графики тепловой нагрузки. Назначение трансформаторов тепла. Классификация. Области применения трансформаторов тепла. Перспективы развития установок трансформации тепла.	ПК-13	Задачи, вопросы к зачету
2	Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла. Коэффициенты работоспособности. Эксергетический КПД, энергетический и эксергетический балансы.	ПК-13	Задачи, вопросы к зачету
3	Хладагенты и хладоносители. Основные требования к свойствам этих рабочих агентов: термодинамические, технические и экологические.	ПК-13	Задачи, вопросы к зачету
4	Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки. Реальные процессы работы парожидкостных трансформаторов тепла. Методы расчета многоступенчатых и каскадных трансформаторов тепла. Тепловые насосы.	ПК-13	Задачи, вопросы к зачету
5	Газовые компрессионные трансформаторы тепла. Преимущества и недостатки газовых установок. Схемы, реальные процессы работы и методы расчета газовых трансформаторов тепла.	ПК-13	Задачи, вопросы к зачету
6	Абсорбционные трансформаторы тепла. Методика расчета параметров абсорбционных установок. Оценка эффективности абсорбционных трансформаторов тепла.	ПК-13	Задачи, вопросы к экзамену

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства**
7	Струйные трансформаторы тепла. Принципиальные схемы, принцип работы и характеристики прямотруйных трансформаторов тепла. Метод расчета характеристик и геометрических размеров прямотруйных компрессоров и эжекторов. Пароэжекторная холодильная установка. Схема, метод расчета, холодильный коэффициент и КПД.	ПК-13	Задачи, вопросы к зачету
8	Ожижение и замораживание газов. Идеальные и реальные процессы ожижения. Технические процессы Линде, Клода, Гейландта, Капицы. Методика расчета основных характеристик установок ожижения и замораживания газов. Методы низкотемпературного разделения газовых смесей.	ПК-13	Задачи, вопросы к экзамену

Критерии и шкала оценивания задач

Оценка	Критерий оценки
«зачтено»	Задача решена верно или решена с незначительными замечаниями, приведены необходимые пояснения, сделаны правильные выводы. При необходимости результаты расчетов отображены графическим материалом.
«не зачтено»	Задача не решена, решена неверно или решена со значительными замечаниями.

2.3. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Для оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации используется двухбалльная шкала «зачтено» и «не зачтено» на зачете в 4 семестре.

Основные виды систем оценивания

Европейская	100-балльная	4-балльная	2-балльная
A	94-100	отлично	зачтено
A-	90-94		
B+	85-89		
B	80-84	хорошо	
B-	75-79		
C+	70-74		
C	65-69	удовлетворительно	
C-	60-64		
D	55-59		
F	50-54	неудовлетворительно	не зачтено

Критерии и шкала оценивания при проведении зачета

Шкала оценивания	Критерий оценивания	Уровень освоения компетенций
«Зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно и в полном объеме выполнил практические задания и лабораторные работы. Ответил на все дополнительные вопросы/	Эталонный
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил в полном объеме практические задания и лабораторные работы. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Стандартный
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил в полном объеме практические задания и лабораторные работы. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы.	Пороговый
«Не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений. Не в полном объеме или неверно выполнил практические задания и лабораторные работы. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

3. 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. Оценочные средства промежуточной аттестации

3.1.1 Примерный перечень вопросов

1. Назначение трансформаторов тепла.
2. Область использования трансформаторов тепла.
3. Классификация трансформаторов тепла.
4. Циклические, квазициклические и нециклические процессы в трансформаторах тепла.
5. Каскадные и регенеративные трансформаторы тепла.
6. Эксергетический "метод анализа систем трансформации тепла.
7. Определение значения эксергии.
8. Основные термодинамические зависимости.
9. Характерные энергетические зоны в низкотемпературной области.
10. Характер изменения удельных эксергетических затрат.
11. Общая характеристика хладоагентов и криоагентов.
12. Хладоносители.
13. Удельные энергозатраты и КПД компрессионных трансформаторов тепла.
14. Энергетический и эксергетический балансы компрессионных трансформаторов тепла.
15. Методика расчета одноступенчатых трансформаторов тепла.
16. Регенеративный теплообмен в ларожидкостных трансформаторах тепла.
17. Многоступенчатые компрессионные трансформаторы тепла.
18. Применение двухступенчатых теплонасосных установок в системах теплоснабжения.
19. Каскадные рефрижераторные установки.
20. Назначение и классификация нагнетательных и расширительных машин.
21. Термогазодинамические основы процессов сжатия и расширения.
22. -Компрессоры объемного действия.
23. Компрессоры кинетического действия (турбокомпрессоры).
24. Поршневые детандеры.
25. Турбодетандеры.
26. Насосы.
27. Основные методы регулирования компрессионных трансформаторов тепла.
28. Условия установившегося режима.
29. Характеристики основных элементов трансформатора тепла.
30. Взаимосвязь параметров при работе компрессионного трансформатора тепла в нерасчетных условиях.
31. Принцип действия идеальных абсорбционных установок и удельный расход тепла в них.
32. Схема и процесс работы реальных абсорбционных трансформаторов тепла.
33. Методика расчета одноступенчатых абсорбционных трансформаторов тепла.
34. Зависимость удельного расхода энергии в абсорбционных установках от (параметров генерации, испарения и охлаждения).
35. Работа абсорбционных холодильных установок в нерасчетных условиях.
36. Двухступенчатые абсорбционные трансформаторы тепла.
37. Абсорбционные трансформаторы тепла периодического действия.

38. Абсорбционно-диффузионные холодильные установки.
39. Энергетическое сравнение абсорбционных и компрессионных холодильных установок.
40. Типы струйных трансформаторов тепла.
41. Газодинамические функции.
42. Принципиальная схема и КПД струйного компрессора.
43. Определение коэффициента инжекции и давления сжатия струйного компрессора.
44. Зависимость достижимых параметров от температур и критических скоростей взаимодействующих потоков.
45. Расчет геометрических размеров струйных компрессоров.
46. Характеристики струйного компрессора.
47. Предельные режимы работы струйных компрессоров.
48. Определение коэффициента инжекции, давления сжатия и основных размеров струйного эжектора.
49. Принципиальная схема и КПД пароэжекторных холодильных установок.
50. Работа пароэжекторных холодильных установок в нерасчетных условиях.
51. Принципиальная схема вихревой трубы и процесс ее работы.
52. Характеристика вихревой трубы.
53. Оптимальные режимы работы вихревой трубы.
54. Особенности газожидкостных трансформаторов тепла.
55. Криорефрижераторы с дроссельной *СОО*.
56. Криорефрижераторы с дроссельно-эжекторной *СОО*.
57. Криорефрижераторы с дроссельной *СОО* и *СПО* с внешним отводом тепла.
58. Криорефрижераторы с детандерной *СОО*.
59. Криорефрижераторы растворения.
60. Низкотемпературная тепловая изоляция.
61. Особенности системы ожижения, замораживания и низкотемпературного разделения.
62. Идеальные процессы ожижения и замораживания (конденсирования) газов.
63. Технические процессы ожижения и замораживания газов.
64. Свойства газовых смесей и характеристика методов их разделения.
65. Идеальные процессы разделения газовых смесей.
66. Технические процессы низкотемпературного разделения газовых смесей.
67. Особенности процессов в газовых трансформаторах тепла.
68. Идеальные газовые циклы со стационарными процессами.
69. Реальные газовые циклы и квазициклы со стационарными процессами.
70. Газовые циклы и установки с нестационарными процессами.

3.1.2. Примерный перечень задач

Задача. Определить объемную производительность V и индикаторный КПД вертикального прямоточного компрессора ФВ-85 при следующих условиях: частота вращения коленчатого вала $n = 720$ об/мин, количество цилиндров $z = 2$, ход поршня $l = 130$ мм, диаметр цилиндра $D = 190$ мм, коэффициент вредного пространства $c = 0,02$, степень сжатия хладагента $\pi = 6$, коэффициент плотности $\lambda_{пл} = 0,97$, показатель политропы расширения $m = 1$. Условия работы компрессора - стандартные ($t_0 = -15$ °С, $t_k = 30$ °С).

Задача. Рассчитать схему одноступенчатой компрессионной холодильной установки, определив параметры в характерных точках схемы, тепловые нагрузки аппаратов, мощность компрессора, холодильный коэффициент и эксергетический КПД.

Расчетная холодопроизводительность $Q_0 = 11,6$ кВт, температура рассола на входе в испаритель $t_{н1} = -10^\circ\text{C}$ и на выходе из него $t_{н2} = -17^\circ\text{C}$; температура охлаждающей воды на входе в конденсатор $t_{в2} = 20^\circ\text{C}$ и на выходе из него $t_{в1} = 30^\circ\text{C}$; холодильный агент - аммиак; установка работает без охладителя. Конечные разности температур в испарителе $\Delta t_{и} = 3^\circ\text{C}$ и в конденсаторе $\Delta t_{к} = 5^\circ\text{C}$. Внутренний адиабатный и электромеханический КПД компрессора равны соответственно $\eta_i = 0,8$ и $\eta_{эм} = 0,9$.

Задача. Рассчитать схему одноступенчатой компрессионной холодильной установки с регенеративным теплообменником. Определить тепловые нагрузки аппаратов, мощность компрессора, холодильный коэффициент и КПД установки.

Расчетная холодопроизводительность $Q_0 = 21$ кВт; температура охлаждаемого воздуха на входе в испаритель $t_{н1} = -15^\circ\text{C}$ и на выходе из него $t_{н2} = -22^\circ\text{C}$; температура охлаждающей воды на входе в конденсатор $t_{в2} = 20^\circ\text{C}$ и на выходе из него $t_{в1} = 25^\circ\text{C}$. Холодильный агент - хладон R-12. Конечная разность температур в испарителе $\Delta t_{и} = 3^\circ\text{C}$ и в конденсаторе $\Delta t_{к} = 5^\circ\text{C}$. Внутренний адиабатный и электромеханический КПД компрессора соответственно равны $\eta_i = 0,8$ и $\eta_{эм} = 0,9$.

Задача. Определить, во сколько раз удельная эксергия холода, полученного при нормальной температуре жидкого гелия, больше удельной эксергии холода, полученного при нормальной температуре:

а) жидкого водорода; б) жидкого кислорода; в) жидкого аммиака.

Задача. Определить температурные границы между зонами кондиционирования, холодильной техники, криогенной техники и ультранизких температур, если значения эксергетических температурных функций соответственно равны: $\tau_e = \tau_q = 0,1; -1,44; -100$. Температура окружающей среды 293 К.

Задача. Составить тепловой и эксергетический балансы системы, производящей холод при температуре -20°C в количестве $Q_0 = 25$ кВт, и определить ее КПД, если известно, что потребляемая мощность $N = 12,5$ кВт. Из системы отводится энергия Q_T в виде тепла с коэффициентом работоспособности $\tau_q = 0,032$.

Задача. Определить характер и ошибку при подсчете коэффициента работоспособности холода при неизотермическом отводе тепла, если действительный процесс заменяется линейным при следующих условиях: а) $T_{н1} = 90$ К; $T_{н2} = 80$ К; б) $T_{н1} = 30$ К; $T_{н2} = 20$ К; в) $T_{н1} = 14$ К; $T_{н2} = 4$ К. Во всех трех случаях принять $T_{ос} = 293$ К.

Задача. Определить экономию топлива при использовании для отопления теплонасосной установки вместо котельной. Тепловая нагрузка $Q_b = 5000$ кВт. Коэффициент трансформации тепла в установке $\mu = 4$. КПД электросетей $\eta_c = 0,95$ и котельной $\eta_k = 0,8$.

Задача. Определить экономию топлива при использовании для отопления теплонасосной установки по сравнению с теплоснабжением от ТЭЦ при тепловой нагрузке $Q = 10$ гкал/ч = 41,9 ГДж/ч. Коэффициент трансформации тепла $\mu = 9$. Удельный расход топлива на ТЭЦ на выработку тепла $b_t^{\text{ТЭЦ}} = 12,7$ кг условного топлива/ГДж. При каком значении коэффициента трансформации тепла теплонасосной установки будет равноэкономичной работа ТНУ и ТЭЦ?

Задача. Подобрать поршневой компрессор для холодильной установки, определив его объемный и энергетический коэффициенты. Рабочий агент – аммиак. Параметры всасывания $p_1 = 0,134$ МПа, $v_1 = 0,88$ м³/кг, $t_{1_0} = -28$ °С. Давление нагнетания $p_2 = 1,38$ МПа, температура конденсации $t_k = 35$ °С. Расчетная объемная подача $V_0 = 290$ м³/ч. Принять $c = 0,03$, $\lambda_{\text{пл}} = 0,98$, $m = 1,0$.

Задача. Определить объемную производительность V и индикаторный КПД вертикального прямоточного компрессора ФВ-85 при следующих условиях: частота вращения коленчатого вала $n = 720$ об/мин, количество цилиндров $z = 2$, ход поршня $l = 130$ мм, диаметр цилиндра $D = 190$ мм, коэффициент вредного пространства $c = 0,02$, степень сжатия хладагента $\pi = 6$, коэффициент плотности $\lambda_{\text{пл}} = 0,97$, показатель политропы расширения $m = 1$. Условия работы компрессора - стандартные ($t_0 = -15$ °С, $t_k = 30$ °С).

Задача. Определить объемную производительность и индикаторный КПД У-образного непрямоточного компрессора ФУ-40 при следующих условиях: частота вращения $n = 960$ об/мин, количество цилиндров $z = 4$, ход поршня $l = 70$ мм, диаметр цилиндра $D = 100$ мм, коэффициент вредного пространства $c = 0,04$, степень сжатия хладагента $\pi = 5$, коэффициент плотности $\lambda_{\text{пл}} = 0,98$, показатель политропы расширения $m = 1$, условия работы компрессора - стандартные.

Задача. Для нерасчетных условий работы аммиачной компрессионной холодильной установки определить давление в конденсаторе p'_k , температуру конденсации t'_k и температуру охлаждающей воды после конденсатора $t'_{\text{кон}}$, если давление в испарителе уменьшилось с $p_0 = 0,235$ МПа, до $p'_0 = 0,2075$ МПа, а температура испарения соответственно с $t_0 = -15$ °С до $t'_0 = -17,5$ °С. Расход охлаждающей воды и ее температура перед конденсатором остались неизменными. Температура аммиака перед компрессором $t_1 = t'_0 = -18$ °С (энтальпия $h_1 = 1660$ кДж/кг), расход хладагента $G' = 0,782$ кг/с. Коэффициент плотности поршневого компрессора $\lambda_{\text{пл}} = 0,95$.

Задача. Определить эксергетический КПД водоаммиачной абсорбционной установки, у которой температура испарения хладагента $t_0 = -20\text{ }^\circ\text{C}$, температура конденсации $t_k = 25\text{ }^\circ\text{C}$, температура абсорбции $t_a = 20\text{ }^\circ\text{C}$, температура генерации $t_g = 100\text{ }^\circ\text{C}$.

Задача. Определить, какая температура установится в холодильной камере при сохранении неизменными наружной температуры воздуха $t_{oc} = 20\text{ }^\circ\text{C}$ и теплового эквивалента рассола $W_p = 14\text{ кВт}/^\circ\text{C}$, если известно, что температура рассола на входе в камеру повысилась с $t_2 = -6\text{ }^\circ\text{C}$ до $t_2' = -4\text{ }^\circ\text{C}$. В исходном режиме температура рассола на выходе из камеры $t_1 = -1\text{ }^\circ\text{C}$, а температура внутри камеры $t_b = +1\text{ }^\circ\text{C}$.

Задача. Двухступенчатая водоаммиачная абсорбционная установка имеет холодопроизводительность $Q_0 = 1000\text{ кВт}$. Температура испарения хладагента $t_0 = -33\text{ }^\circ\text{C}$; температура абсорбции $t_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$, температура генерации $t_g = 100\text{ }^\circ\text{C}$. Минимальные разности температур в теплообменниках раствора $\Delta t_{mo} = 10\text{ }^\circ\text{C}$, в охладителе хладагента $\Delta t_{no} = 10\text{ }^\circ\text{C}$. Температура паров на выходе из дефлегматоров на $10\text{ }^\circ\text{C}$ выше t_k . Определить тепловые нагрузки аппаратов, удельный расход энергии, холодильный коэффициент и эксергетический КПД установки.

Задача. Определить максимальный коэффициент инжекции и эксергетический КПД струйного компрессора, если заданы параметры рабочего и инжектируемого потоков водяного пара: $p_p = 1,0\text{ МПа}$; $t_p = 350\text{ }^\circ\text{C}$; $v_p = 0,288\text{ м}^3/\text{кг}$; $h_p = 3160\text{ кДж}/\text{кг}$; $p_n = 0,15\text{ МПа}$; $t_n = 200\text{ }^\circ\text{C}$; $v_n = 1,472\text{ м}^3/\text{кг}$; $h_n = 2870\text{ кДж}/\text{кг}$.

Давление сжатия $p_c = 0,3\text{ МПа}$. Коэффициенты адиабаты $k_p = k_n = 1,3$.

Задача. Определить максимально достижимый коэффициент инжекции и КПД струйного эжектора с конической камерой смешения ($\mu = 1,5$; $\beta = 2$), если заданы следующие параметры рабочего и инжектируемого пара: $p_p = 0,2\text{ МПа}$; $t_p = 120\text{ }^\circ\text{C}$; $h_p = 2720\text{ кДж}/\text{кг}$, $v_p = 0,9018\text{ м}^3/\text{кг}$; $p_n = 0,0015\text{ МПа}$; $t_n = 13\text{ }^\circ\text{C}$; $h_n = 2520\text{ кДж}/\text{кг}$; $v_n = 89,63\text{ м}^3/\text{кг}$. Давление сжатия $p_c = 0,0075\text{ МПа}$. Показатель адиабаты рабочего и инжектируемого пара $k = 1,13$.

Задача. Рассчитать парозежекторную холодильную установку холодопроизводительностью $Q_0 = 756\text{ кВт}$, определив параметры в характерных точках схемы, тепловые нагрузки аппаратов, геометрические размеры главного эжектора, холодильный коэффициент и эксергетический КПД установки. По данным расчета составить эксергетический баланс. Рабочий агент - водяной пар. Охлаждаемая среда - вода. Исходные данные: давление и температура рабочего пара $p_p = 0,5\text{ МПа}$; $t_p = 300\text{ }^\circ\text{C}$. Температура испарения $t_0 = t_n = 4\text{ }^\circ\text{C}$; температура воды, возвращаемой потребителем, $t_2 = 8\text{ }^\circ\text{C}$; температура охлаждающей воды на входе в конденсатор $t_{в4} = 25\text{ }^\circ\text{C}$ и на выходе из него $t_{в5} = 30\text{ }^\circ\text{C}$.

Задача. Построить график изменения температуры воздуха в сосуде, в котором давление повышается с $p'_c = 0,1$ МПа до $p_{ц} = 0,5 ; 1,0; 1,5; 2,0$ МПа в результате подачи сжатого воздуха из цилиндра высокого давления при температуре $T_{ц} = 300$ К. Исходная температура в сосуде $T'_c = 20$ °С. Показатель адиабаты $k = 1,4$.

Задача. Определить скорость, плотность и давление в критическом сечении потока пара при условии, что пар расширяется изоэнтропно от начальных параметров $p_T = 2,0$ МПа ($v_T = 0,128$ м³/кг) до давления $p = 0,1$ МПа. Показатель адиабаты $k = 1,3$.

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

4.1. Описание процедур проведения текущего контроля успеваемости студентов

В таблице представлено описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов, в соответствии с рабочей программой дисциплины, и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Задача	Выполнение задач осуществляется на практическом занятии и в ходе самостоятельной работы студента. Задание выполняется по вариантам. Распределение вариантов осуществляется преподавателем. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий. Результаты решения задач оформляются студентами самостоятельно и сдаются на проверку преподавателю.

4.2. Описание процедур проведения промежуточной аттестации

Зачет

При определении уровня достижений обучающихся на зачете учитывается:

- знание программного материала и структуры дисциплины;
- знания, необходимые для решения типовых задач, умение выполнять предусмотренные программой задания;

- владение методологией дисциплины, умение применять теоретические знания при решении задач, обосновывать свои действия.

Проведение промежуточной аттестации в форме зачета позволяет сформировать среднюю оценку по дисциплине по результатам текущего контроля. Оценочные средства, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. Для чего преподаватель находит среднюю оценку уровня сформированности компетенций у обучающегося, как сумму всех полученных оценок деленную на число этих оценок.

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета, то обучающийся сдает зачет. Зачет проводится в форме собеседования по билету, составленному случайным образом из перечня теоретических вопросов и решения типовой задачи. Перечень теоретических вопросов и примерный перечень типовых контрольных заданий обучающиеся получают в начале семестра.