Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крылова Людмила Вячеславовна
Должность: Проректор по учебно-методической работе
Дата подписания: 28.10.2026 07:51:54
Уникальный программный ключ:
b066544bae1e449cd8bfce392f7224a676a271b2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭКОНОМИКИ И ТОРГОВЛИ ИМЕНИ МИХАИЛА ТУГАН-БАРАНОВСКОГО»

Кафедра холодильной и торговой техники имени Осокина В.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
КАФЕДРА ХОЛОДИЛЬНОЙ И ТОРГОВОЙ ТЕХНИКИ ИМЕНИ ОСОКИНА В.В.
_____ Ржесик К.А.

«09» февраля 2026 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по учебной дисциплине

Б1.В.07 ТЕПЛОИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ХОЛОДИЛЬНЫЕ МАШИНЫ И ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ
(наименование дисциплины, практики)

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение – 38.03.01 Экономика

Образовательная программа высшего образования – программа бакалавриата

Профиль – Инженерная экономика

Разработчик:

Профессор, д-р техн.наук _____ Карнаух В.В.

ОМ рассмотрены и утверждены на заседании кафедры от «09» 02 2026 г., протокол № 24

Донецк 2026 г.

1. Паспорт

оценочных материалов по дисциплине «Теплоиспользующие холодильные машины и тепловые насосы»

Перечень компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины:

№ п/п	Код контроли-руемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (модуля)	Этапы формиро-вания (семестр изучения)
1	2	3	4	5
1.	**ПК-5**	Готов разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии	***Тема 1.*** История создания тепловых насосов. Области применения. Классификация тепловых насосов.	6
			Тема 2. Пароэжекторная холодильная машина (ПХМ).	6
			Тема 3. Схема и принцип действия абсорбционной бромисто-литиевой холодильной машины (АБХМ).	6
			Тема 4. Схема и принцип действия водо-аммиачной холодильной машины или теплового насоса (ВАХМ).	6
			Тема 5.Термодинамический расчет узлов теплоиспользующих ХМ и ТН.	6
			Тема 6. Современные тенденции в подборе рабочего вещества для (ПКТН)	6
			Тема 7. Особенности работы ПКТН на различных источниках низкопотенциальной теплоты. Примеры и особенности эксплуатации.	6
			Тема 8. Схемы и циклы	6

			ПКТН	
	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	***Тема 9***. Методы и инструменты бережливого производства.	6

2. Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 2.1 – Показатели оценивания компетенций

№ п/п	Код контроли-руемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Контролируемые разделы (темы) дисциплины, практики	Наимено-вание оценочных средств
1	**ПК-5**	**ПК-5.1** Способен к проведению комплексных испытаний новых технологий механизации, автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой продукции;	***Тема 1.*** История создания тепловых насосов. Области применения. Классификация тепловых насосов.	опрос
			Тема 2. Пароэжекторная холодильная машина (ПХМ).	опрос, задачи, тесты
			Тема 3. Схема и принцип действия абсорбционной бромисто-литиевой холодильной машины (АБХМ).	опрос, задачи, реферат
			Тема 4. Схема и принцип действия водо-аммиачной холодильной машины или теплового насоса (ВАХМ).	опрос, задачи
			Тема 5. Термодинамический	опрос, задачи

			расчет узлов теплоиспользующих ХМ и ТН.	
		ПК-5.2 Умеет разрабатывать функциональную, логистическую и техническую организацию процессов механизации, автоматизации и роботизации промышленных линий по производству пищевой продукции.	***Тема 6.*** Современные тенденции в подборе рабочего вещества для (ПКТН)	опрос
			Тема 7. Особенности работы ПКТН на различных источниках низкопотенциальной теплоты. Примеры и особенности эксплуатации.	опрос, задачи, реферат
			Тема 8. Схемы и циклы ПКТН	опрос, тесты, реферат
2.	**УК-2**	**УК-2.1** Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность задач, обеспечивающих ее достижение **УК-2.2** Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения.	***Тема 9***. Методы и инструменты бережливого производства.	опрос

Таблица 2.2 – Критерии и шкала оценивания по оценочному материалу «**Опрос**»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерии оценивания
7-10	ответ дан на высоком уровне (обучающийся в полной мере ответил на поставленный вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
3-6	ответ дан на среднем уровне (обучающийся в целом ответил на поставленный вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)

0-3	ответ дан на низком уровне (обучающийся допустил существенные неточности, с ошибками, и т.п.); на неудовлетворительном уровне или не дан вовсе (обучающийся не готов, затрудняется ответить и т.п.)

Таблица 2.3 – Критерии и шкала оценивания по оценочному материалу «**Тесты**»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
8-10	ответы на тестовые задания показали высокий уровень знаний (правильные ответы даны на 90-100 % вопросов/задач)
5-7	ответы на тестовые задания показали средний уровень знаний (правильные ответы даны на 75-89 % вопросов/задач)
1-4	ответы на тестовые задания показали низкий уровень знаний (правильные ответы даны на 60-74 % вопросов/задач)
0	ответы на тестовые задания показали неудовлетворительный уровень знаний (правильные ответы даны менее чем 60 %)

Таблица 2.4 – Критерии и шкала оценивания по оценочному материалу «**Реферат**»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
8-10	реферат выполнен на высоком уровне (учебно-исследовательская тема раскрыта на 85-100 %)
5-7	реферат выполнен на среднем уровне (учебно-исследовательская тема раскрыта на 84-70 %)
1-4	реферат выполнен на низком уровне (правильные ответы даны на 69-50 % вопросов/задач)
0	реферат выполнен на неудовлетворительном уровне (учебно-исследовательская тема раскрыта ниже 50 %)

Таблица 2.5 – Критерии и шкала оценивания по оценочному материалу «**Задачи**»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
2	решение задачи представлено на высоком уровне (обучающийся верно и в полной мере ответил на поставленные вопросы, аргументированно пояснил свое решение, привел профильные термины и дал им определения, и т.п.)
1	решение задачи представлено на среднем уровне (обучающийся в целом верно ответил на поставленные вопросы, допустив некоторые неточности, и т.п.)
0	решение задачи представлено на низком уровне (обучающийся допустил существенные неточности, ошибки, которые повлияли на результат и т.п.); на неудовлетворительном уровне (обучающийся неверно решил задачу); или не решил вовсе

3. Перечень оценочных материалов

№ п/п	Наименование оценочного материала	Краткая характеристика оценочного материала	Представление оценочного материала
1.	Опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой учебной дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по дисциплине или определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам учебной дисциплины
2.	Тесты	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
3.	Задачи	средство проверки, позволяющее оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей	Комплект задач
4.	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы ератов

ФОНД ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Модуль 1

1. Что такое эжекция?

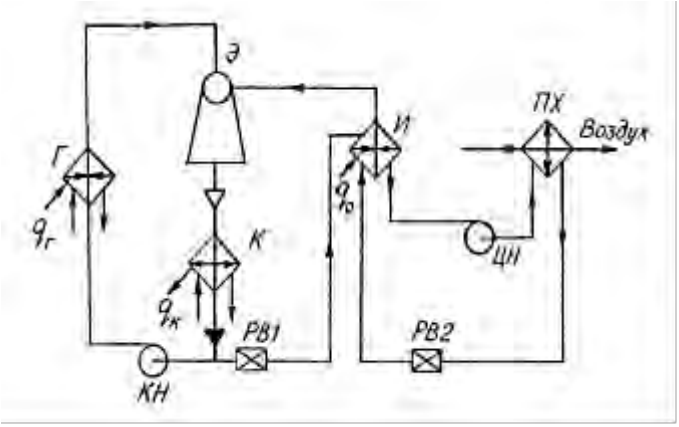
а) процесс смешения двух каких-либо сред, в котором одна среда, находясь под давлением, оказывает воздействие на другую и увлекает ее в требуемом направлении;

б) это расширение газа при прохождении через дроссель – местное сопротивление (вентиль, кран и т.д.), сопровождающее изменением температуры;

в) переход вещества из газообразного состояния (пара) в жидкое или твердое состояние;

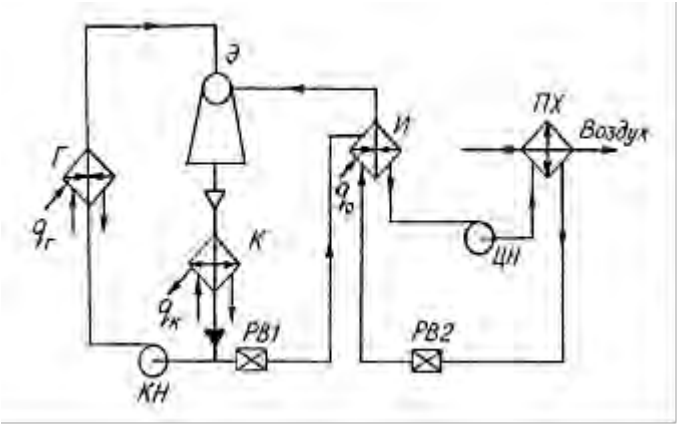
г) образование кристаллов из расплавов, растворов, газовой фазы или плазмы, а также из аморфных веществ или кристаллов др. структуры.

2. На схеме пароэжекторной холодильной машины (ПЭХМ) обозначение «Г» соответствует…



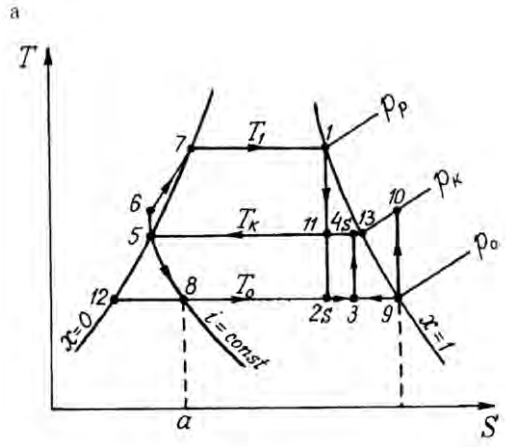
а) Г – греющий элемент;
б) Г – генератор;
в) Г- гидрант.

3. На схеме пароэжекторной холодильной машины обозначение «Э» соответствует…



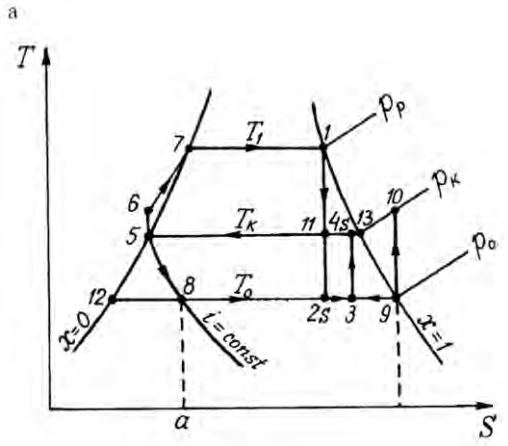
а) Э – эжектор;
б) Э – элемент греющий;
в) Э – электронагреватель.

4. На тепловой диаграмме теоретического совмещенного цикла ПЭХМ процесс 6-7-1 соответствует:



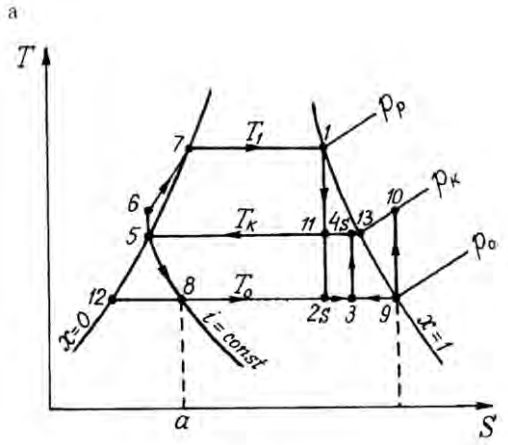
а) адиабатной работе насоса, перекачивающего конденсат в парогенератор;
б) дросселирование части конденсата, идущего в испаритель;
в) процессам нагрева воды и парообразования в парогенераторе.

5. На тепловой диаграмме теоретического совмещенного цикла ПЭХМ **прямой** цикл будет изображаться процессами:



а) 1 – 11 – 5 – 6 – 7 – 1 ;
б) 9 – 10 – 5 – 8 – 9;
в) 3–4–5–8–9.

6. На тепловой диаграмме теоретического совмещенного цикла ПЭХМ **обратный** цикл будет изображаться процессами:



а) 1 – 11 – 5 – 6 – 7 – 1 ;
б) 9 – 10 – 5 – 8 – 9;
в) 3–4–5–8–9.

7. Какому состоянию соответствует точка 1 на тепловой диаграмме теоретического совмещенного цикла ПЭХМ (см.вопрос 6)?
а) насыщенная жидкость ;
б) влажный насыщенный пар;
в) перегретый пар;
г) сухой насыщенный пар.

8. Какой коэффициент используется для определения энергетической эффективности работы ПЭХМ?
а)$\eta_{КАРНО}$;
б) COP;

в) тепловой коэффициент ζ;
г) $\eta_{отто}$.

9. Какому состоянию соответствует точка 8 на тепловой диаграмме теоретического совмещенного цикла ПЭХМ (см.вопрос 6)?
а) влажный насыщенный пар;
б)насыщенная жидкость;
в) перегретый пар;
г) сухой насыщенный пар.

10. Расход воды в конденсаторе пароэжекторной машины …., чем в компрессорной.
а) в 30…40 раза больше;
б) в 3…4 раза больше;
в) в 3…4 раза меньше.

11. Что такое абсорбционная (или адсорбционная) холодильная система:
а) система, в которой выработка холода осуществляется в результате испарения хладагента; абсорбер (адсорбер) поглощает пары хладагента, которые впоследствии выделяются из него при нагреве с повышением парциального давления и затем под этим давлением конденсируются при охлаждении;
б) система, в которой выработка холода осуществляется в результате испарения хладагента при работе компрессора;
в) система, в которой выработка холода осуществляется в результате поглощения хладагента при работе компрессора;

12. Что такое холодильный агент (хладагент):
а) рабочая среда, которая выделяет теплоту при низких значениях температуры и давления и поглощает теплоту при более высоких значениях температуры и давления. Этот процесс сопровождается изменением агрегатного состояния рабочей среды;
б) рабочая среда, которая выделяет теплоту при низких значениях температуры и давления и поглощает теплоту при более высоких значениях температуры и давления. Этот процесс не сопровождается изменением агрегатного состояния рабочей среды;
в) используемая в холодильной системе рабочая среда, которая поглощает теплоту при низких значениях температуры и давления и выделяет теплоту при более высоких значениях температуры и давления. Этот процесс сопровождается изменением агрегатного состояния рабочей среды.

13. Что является движущей силой в абсорбционной холодильной машине (АХМ)?
а) разность давлений пара хладагента в общем объеме и непосредственно у поверхности соприкосновения фаз, в жидкой фазе – разность концентраций хладагента у поверхности контакта фаз и в общем объеме абсорбента;
б) разность температур пара хладагента в общем объеме и непосредственно у поверхности соприкосновения фаз;
в) разность энтальпии пара хладагента в общем объеме и непосредственно у поверхности соприкосновения фаз.

14.На какие две основные группы в зависимости от используемых в настоящее время в промышленных АХМ рабочих веществ их можно разделить
а) водоаммиачные и хлористолитиевые;
б) водоаммиачные и бромистолитиевые;
в) хлористолитиевые и бромистолитиевые.

15. В абсорбционной холодильной машине (АХМ) теплообмен осуществляется путем...
а) только конвекции;
б) только массопереносом;
в) тепло-массообменом.

16. Вставьте нужный термин «при работе АХМ …. периодически находится как в жидком, так и в парообразном состояниях, а ….– только в жидком состоянии».
а) хладагент… абсорбент;
б) адсорбент… абсорбент;
в) абсорбент… хладагент.

17. В теоретическом цикле абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины (АБХМ) с одноступенчатой генерацией пара вода выступает как…
а) адсорбер;
б) абсорбером;
в) рабочее вещество.

18. Какой процесс осуществляется в абсорбере АХМ?
а) изохорный;
б) эндотермический;
в) изоэнтальпный;
г) экзотермический.

19. Что является показателем эффективности работы АБХМ?
а)$\eta_{КАРНО}$;
б) COP;
в) коэффициент трансформации ζ;
г) $\eta_{ОТТО}$.

20. Какие элементы включает в себя пароэнергетическая установка?
а) испаритель, компрессор, конденсатор, ТРВ;
б) парогенератор, эжектор, конденсатор и насос;
в) испаритель, абсорбер, конденсатор, ТРВ.

21. Из работ какого ученого вытекает принцип работы теплового насоса?
а) Из работ и разработок Бойля-Мариотта
б) Из работ Томсона
в) Из работ и опытов Ренкина
г)Из описания цикла ГТУ

д) Из работ Карно и описания цикла Карно, опубликованного в его диссертации в 1824 г.

22. Практическую теплонасосную систему предложил ... .

а)Ренкин

б)Вильям Томсон (лорд Кельвин)

в)С.Карно

г) Гей-Люссак

д)И.Ньютон

23. Практическая теплонасосная система, предложенная Вильямом Томсоном была названа ... .

а) "умножитель тепла" и показывала, как можно холодильную машину эффективно использовать для целей отопления;

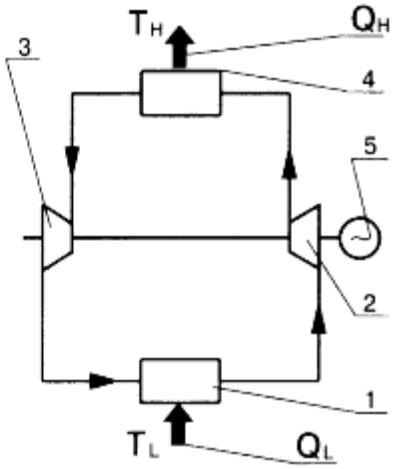
б) системой отопления;

в) системой подогрева горячей воды;

г) системой преобразования энергии;

д) системой обратимого использования нетрадиционной энергии.

24. На принципиальной схеме теплового насоса цифрой 1 обозначен ... .



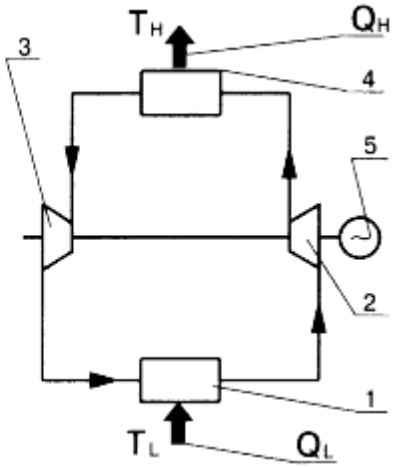
а) конденсатор;

б) испаритель;

в) турбокомпрессор;

г) расширительная машина.

25. На принципиальной схеме теплового насоса цифрой2обозначен ... .



а) конденсатор;

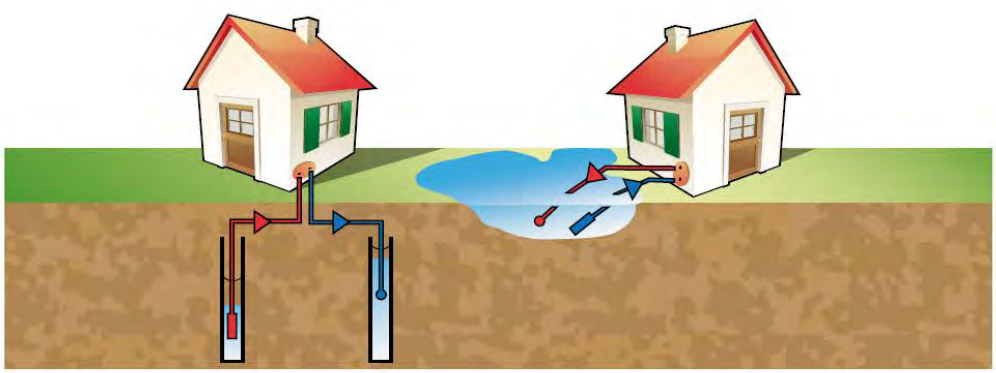
б) испаритель;

в) турбокомпрессор;

г) расширительная машина.

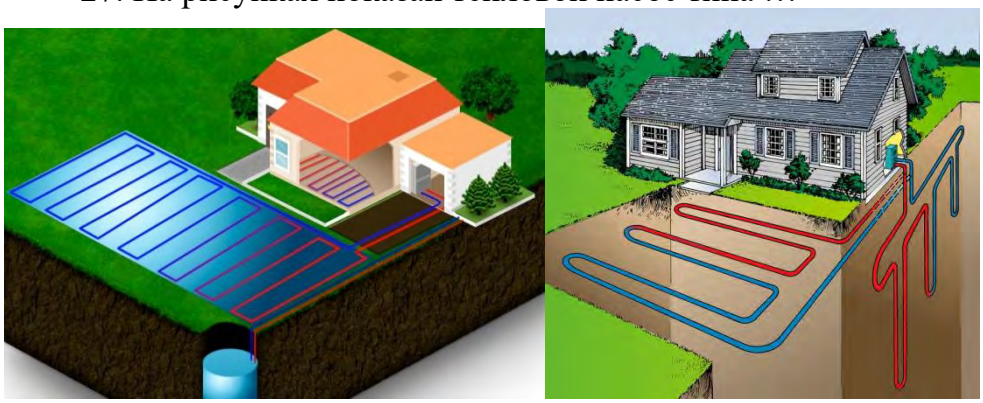
26. На рисунке приведена схема ... теплового

насоса.



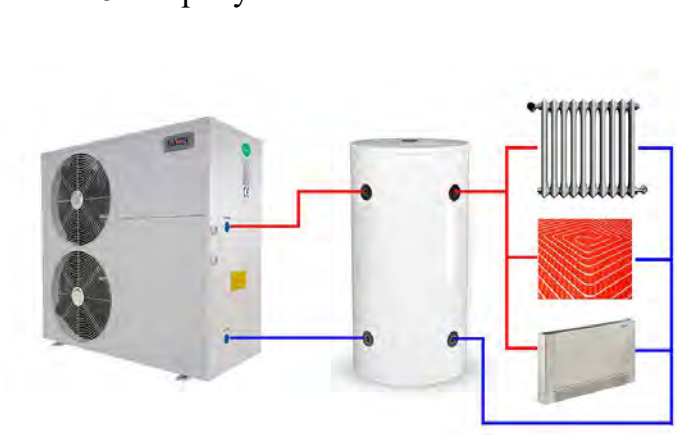
а) открытого цикла;
б) закрытого цикла;
в) необратимого цикла.

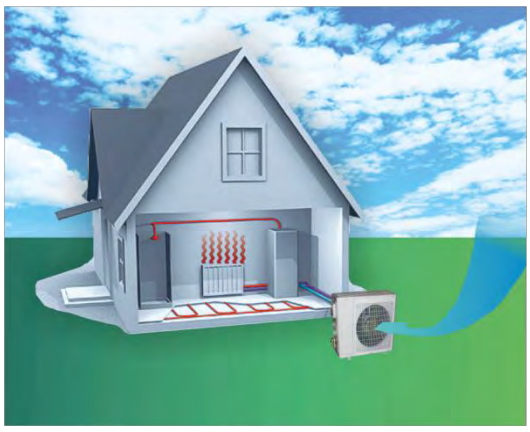
27. На рисунках показан тепловой насос типа …



а) грунт-воздух;
б) вода-грунт;
в) грунт-вода;
г) воздух –вода.

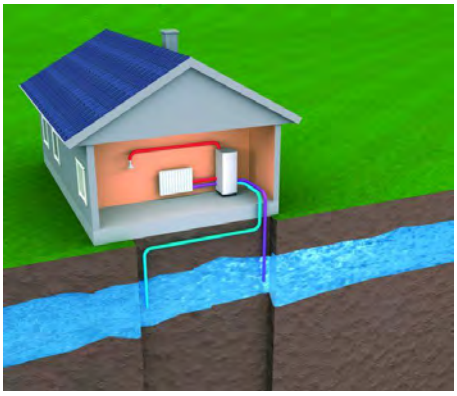
28. На рисунке показан тепловой насос типа …





а) грунт-воздух;
б) вода-грунт;
в) грунт-вода;
г) воздух –вода.

29. На рисунке показан тепловой насос типа …



а) вода-вода;
б) вода-грунт;
в) грунт-вода;
г) воздух –вода.

30. Фреоны, содержащие в молекуле атомы фтора, хлора и водорода, обозначены как…
а) ГХФУ (гидрохлорфторуглероды или HCFC);
б) ГФУ (гидрофторуглероды, HFC);
в) хлорфторуглеродыили CFC хладагенты;
г) R 22.

31. В каком году на международной конференции полномочных представителей 55 стран мира был принят Монреальский протокол к Венской конвенции ООН по веществам, разрушающим озоновый слой?
а) 1996г.;
б) 1987г.;
в) 2007г.;
г) 2017г.

32. К какой группе относятся холодильные агенты такие, как R402A, R409B, R 411A ?
а) природных х.а.;
б) озоноразрушающих х.а;
в) переходные х.а.;
г) однокомпонентные х.а.

33. К какой группе относятся холодильные агенты такие, как R600A, R744, R 729, R 717?
а) природных х.а.;
б) озоноразрушающих х.а;
в) переходные х.а.;
г) однокомпонентные х.а.

34. Для эффективной оценки влияния холодильной системы на климат введен так называемый общий коэффициент эквивалентного потеплення, который обозначается как
а) COP.;
б)$\eta_{КАРНО}$;
в) коэффициент трансформации ζ;
г).коэффициент TEWI.

35. Какие холодильные агенты относится к х.а. четвертого поколения?
а) R1234yf, R1234ze (E), R1336 mzz, R1233zd
б R402A, R409B, R 411A;
в) R22, R12, R 11;
г).R134a, R441A.

36. Недостатком диоксида углерода R744 считают …
а) высокую стоимость 1 литра х.а.;
б) низкую нормальную температуру кипения, обусловливающую высокий уровень давлений в системе;
в) горючесть;
г) воспламеняемость.

37. Какие холодильные агенты относится к х.а. третьего поколения?
а) R1234yf, R1234ze (E), R1336 mzz, R1233zd
б) R402A, R409B, R 411A;
в) R22, R12, R 11;
г).R134a, R744.

38. Какая предельная допустимая концентрация аммиака в воздухе?
а) 25 мг/м^3;
б) 125 мг/м^3;
в) 0,25 мг/м^3;
г) 1,25 мг/м^3.

39. В чиллерах, тепловых насосах, бытовых холодильных приборах вместо R134a рекомендуется использовать…
а) R1234ze (E);
б) R409B;
в) R22;
г).R12.

40. По классификации производительности (кВт) к бытовым ТН относятся **…**
а) от 20 кВт до 600 кВт
б)от 5 кВт до 20 кВт;
в) от 1 МВт и выше.

41. До какой температуры способны нагревать воду бытовые тепловые насосы типа«воздух — вода»?
а) 70-80°С
б)50-60 °С;
в)35– 40 °С.

42. Высокотемпературные ТН обеспечивают нагрев воды
а) до 40 …45 °С;
б)до 45…55 °С;
в) до 35… 40 °С;
г) до 70…95°С.

43. По какой формуле определяется удельная тепловая загрузка ТН:

а) $q_{тн} = q_к = q_и + l_{сж}$;

б) $q_и = q_к$;

в) $l_{сж} = h_2 - h_1$;

г) $\eta_a = 0{,}98\dfrac{273 + t_0}{273 + t_к}$.

44. По какой формуле определяется удельная работа сжатия в ТН:

а) $q_{тн} = q_к = q_и + l_{сж}$;

б) $q_и = q_к$;

в) $l_{сж} = h_2 - h_1$;

г) $\eta_a = 0{,}98\dfrac{273 + t_0}{273 + t_к}$.

45. По какой формуле определяется адиабатный КПД компрессора в ТН?

а) $q_{тн} = q_к = q_и + l_{сж}$;

б) $q_и = q_к$;

в) $l_{сж} = h_2 - h_1$;

г) $\eta_a = 0{,}98\dfrac{273 + t_0}{273 + t_к}$.

46. По какой формуле определяется коэффициент преобразования теплоты (коэффициент трансформации)?

а) $q_{тн} = q_к = q_и + l_{сж}$;

б) $q_и = q_к$;

в) $l_{сж} = h_2 - h_1$;

г) $\zeta = \dfrac{q_{тн}}{l_{сж}}$.

47. По какой формуле определяется эксергетический КПД теплового насоса?

а) $q_{тн} = q_к = q_и + l_{сж}$;

б) $\eta_э = \dfrac{e_в}{e_н + e_э}$;

в) $l_{сж} = h_2 - h_1$;

г) $\zeta = \dfrac{q_{тн}}{l_{сж}}$.

48. Какую термодинамическую диаграмму используют для построения циклов ТН?
а) i-d диаграмма;
б) h-d диаграмма;
в) logp-h диаграмма;
г)x-y диаграмма.

49. Какому состоянию холодильного агента на фазовых диаграммах состояния соответствует линия x=1?
а) влажный насыщенный пар;
б) перегретый пар;
в) насыщенная жидкость;
г) сухой насыщенный пар.

50. Согласно второму закону термодинамики, коэффициентом производительности или коэффициентом трансформации холодильной машины является:

а) $COP = \frac{q_{отв}}{l_{затр}} \rangle 1$;

б) $COP = \frac{q_{отв}}{l_{затр}} = 1$;

в) $COP = \frac{q_{отв}}{l_{затр}} \langle 1$.

Перечень тем рефератов:

1. Современные тенденции в проектировании теплоиспользующих ХМ и ТН.
2. Нормативная база, регламентирующая применение теплоиспользующих ХМ и ТН.
3. Нормативная база, регламентирующая применение холодильных агентов, как рабочих тел ХМ и ТН.
4. Анализ использования ТНУ в многоквартирных домах совместно с централизованным теплоснабжением;
5. Совершенствование теплоэнергетических установок, работающих теплофикационных системах (включение ТНУ в схему ЦТП)
6. Совершенствование теплоэнергетических установок, работающих в теплофикационных системах (включение ТНУ в схему ТЭЦ):
7. Использование теплоты конденсации энергетического пара
8. Использование теплоты охлаждающей турбины воды
9. Свременные требования к рабочим телам теплоиспользующих установок. Современное состояние вопроса применения холодильных агентов нового поколения для ХМ и ТН.
10. Области применения и особенности эксплуатации абсорбционных ТН.
11. Виды низкопотенциальной энергии, которые можно применять для абсорбционных ТН и ХМ. Источники этой энергии.
12. Алгоритм расчета абсорбционных ТН и ХМ.

13. Сравнительная оценка абсорбционных и парокомпрессионных ТН. Достоинства и недостатки.
14. Сравнительная оценка абсорбционных и парокомпрессионных ХМ. Достоинства и недостатки.
15. Составить тепловой баланс аппаратов и машин в целом определить коэффициент, которым оценивается энергетическая эффективность АХМ.
16. Альтернативные холодильные машины с комбинированными термодинамическими циклами.
17. Методика энергетического анализа холодильных машин и ТН.
18. Бинарные схемы тепловых насосов.
19. Схемы подключения ТН в системы горячего водоснабжения административных зданий. Примеры.
20. Схемы подключения ТН в системы горячего водоснабжения бытовых комплексов. Примеры.
21. Показатели эффективности работы ТН и методы ее повышения.
22. Состояние вопроса применения теплоиспользующих ХМ и ТН в России и за рубежом.
23. Принцип работы комбинированных схем ТН-градирня в системах водоснабжения.
24. Использование теплоиспользующих энергопреобразующих установок в пищевой промышленности

Задачи

1. Рассчитать теоретический цикл пароэжекторной холодильной машины, принимая следующие исходные данные*:

Холодопроизводительность……..Q_0 ,кВт;
Температура кипения воды в испарителе……....t_0,°С;
Температура кипения воды в парогенераторе…….$t_р = t_h$,°С
Температура конденсации воды в генераторе……....$t_к$,°С.
Построить цикл работы ПЭХМ внести данные узловых точек в таблицу

Таблица – Параметры узловых точек цикла

параметр	точки					
	1	2*s*	3	4*s*	5	6
p, кПа						
t, °С						
i, кДж/кг						
параметр	7	8	9	10	11	
p, кПа						
t, °С						
i, кДж/кг						

2. Рассчитать теоретический цикл абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины, принимая следующие исходные данные*:

Температура греющей среды……...t_h, °С;
Температура охлаждающей среды……..$t_{о.с}$, °С;

Температура охлажденной среды……t_s, °С.
Построить цикл работы АБХМ внести данные узловых точек в таблицу

Таблица – Параметры узловых точек цикла

параметр	точки								
	1'	2	3	3'	4	5	6	7	8
p, кПа									
t, °С									
i, кДж/кг									
ξ, %									

3. Выполнить расчет кожухотрубного элементного ТОА растворов водоаммиачной абсорбционной холодильной машины производительностью Q_0 ,кВт, если заданы следующие параметры: внутренний диаметр трубы $d_{вн}$, м; наружный диаметр трубы $d_н$, м; внутренний диаметр обечайки кожухотрубного элемента $D_{вн}$, м; длина трубы вместе с трубными досками l, м. (При расчете рекомендовано использовать методику проф. Сакуна И.А).

4. Выполнить расчет теплонасосной установки для отопления индивидуального жилого дома. В качестве источника низкопотенциальной теплоты использовать грунт. Система отопления – водяной «теплый пол». В качестве хладагента использовать фреон R152a, относящийся к озонобезопасным.

Исходные данные для расчета:

– тепловая нагрузка $Q_{тн}$ .....3 кВт
– температура низкопотенциального теплоносителя (рассола) на входе в тепловой насос $t_{н1}$ ..... 5 °С;
– температура низкопотенциального теплоносителя (рассола) после теплового насоса $t_{н2}$..... –5 °С;
– температура высокопотенциального теплоносителя (горячей воды) на входе в тепловой насос $t_{в1}$ ..... 35 °С;
– температура горячей воды после теплового насоса $t_{в2}$ ….45°С;
– температура окружающей среды t_0 ..... –10 °С;
– перепады температуры на выходе из теплообменников: испарителя $\Delta t_{исп}$, конденсатора $\Delta t_к$, переохладителя $\Delta t_{по.}$ 5°С
– температура перегрева пара в промежуточном теплообменнике $\Delta t_п$..... 20 °С.

При расчете рекомендовано использовать методику проф. Трубаева П.А., программы REFROF или CoolPack 4.19

5. Выполнить расчет теплонасосной установки для отопления индивидуального жилого дома. В качестве источника низкопотенциальной теплоты использовать технологическую воду. Система отопления – водяной «теплый пол». В качестве хладагента использовать фреон R142b.

Исходные данные для расчета:

– тепловая нагрузка $Q_{тн}$ .....30 кВт
– температура низкопотенциального теплоносителя (рассола) на входе в тепловой насос $t_{н1}$ ..... 25 °С;

– температура низкопотенциального теплоносителя (рассола) после теплового насоса $t_{н2}$..... 15 °С;
– температура высокопотенциального теплоносителя (горячей воды) на входе в тепловой насос $t_{в1}$ ..... 35 °С;
– температура горячей воды после теплового насоса $t_{в2}$ ...45°С;
– температура окружающей среды t_0 ..... –10 °С;
– перепады температуры на выходе из теплообменников: испарителя $\Delta t_{исп}$, конденсатора $\Delta t_к$, переохладителя $\Delta t_{по}$ 5°С
– температура перегрева пара в промежуточном теплообменнике $\Delta t_п$..... 20 °С.

При расчете рекомендовано использовать методику проф. Трубаева П.А., программы REFROF или CoolPack 4.19.

Вопросы к зачету:

1. Термодинамические основы тепловых насосов.
2. Обратный цикл Карно. Физический смысл коэффициента теплотрансформации.
3. История создания тепловых насосов.
4. Термодинамический цикл теплового насоса.
5. Классификация тепловых насосов.
6. Парокомпрессионные тепловые насосы. Классификация.
7. Теплоиспользующие тепловые насосы. Классификация.
8. Современные рабочие вещества для ХМ и ТН. Тенденции и перспективы использования.
9. Перечислите основные требования, предъявляемые к рабочим веществам парокомпрессорных тепловых насосов.
10. Изобразить простейшую схему пароэжекторной холодильной машины и ее процессы в диаграмме энтропия- энтальпия.
11. Перечислите источники необратимых потерь в эжекторе.
12. Составить тепловой баланс пароэжекторной машины и определить коэффициент, которым оценивается энергетическая эффективность машины.
13. Схема и принцип действия абсорбционной бромисто-литиевой холодильной машины.
14. Построение цикла абсорбционной бромисто-литиевой холодильной машины.
15. Методика расчета и подбора бромисто-литиевого теплового насоса.
16. В чем состоит принципиальное отличие термодинамических циклов повышающего и понижающего термотрансформаторов?
17. Как влияет на энергетическую эффективность термотрансформаторов изменение температур внешних источников теплоты?
18. Обосновать области применения абсорбционных бромисто-литиевых и водоаммиачных холодильных машин.
19. Изобразить схемы одноступенчатых бромистолитиевой и водоаммиачной абсорбционных холодильных машин, изобразить в соответствующих термодинамических диаграммах процессы и циклы.

20. Особенности действительных процессов в абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины.
21. Составить тепловой баланс аппаратов и машин в целом определить коэффициент, которым оценивается энергетическая эффективность АХМ
22. Почему в повышающем абсорбционном бромистолитиевом термотрансформаторе генератор выполняют оросительным, а в понижающем – затопленным?
23. Перечислите основные факторы, влияющие на материалоемкость и сроки службы абсорбционных бромистолитиевых термотрансформаторов.
24. Схема и принцип действия водо-аммиачной холодильной машины или теплового насоса.
25. Построение цикла водо-аммиачной холодильной машины или теплового насоса.
26. Методика расчета и подбора водо-аммиачного теплового насоса.
27. Источники низкопотенциальной теплоты для тепловых насосов.
28. Теплота из грунта /геотермальное тепло/, как источник низкопотенциальной теплоты для тепловых насосов.
29. Теплота из скал /геотермальное тепло/, как источник низкопотенциальной теплоты для тепловых насосов.
30. Теплота из водоемов /геотермальное тепло/, как источник низкопотенциальной теплоты для тепловых насосов.
31. Воздушные тепловые насосы, как источник низкопотенциальной теплоты для тепловых насосов. Схемы.
32. Энергия солнца, как источник низкопотенциальной теплоты для тепловых насосов. Схемы.
33. Области применения тепловых насосов
34. Отопительные теплонасосные установки. Схемы.
35. Условия экономичности применения тепловых насосов.
36. Применение теплонасосных установок в технологических процессах.
37. Использование сбросной теплоты ТЭС. Схемы подключение ТН в систему оборотного водоснабжения ТЭС.
38. Использование тепловых насосов в турбинном цехе.
39. Применение тепловых насосов в выпарных и сушильных установках.
40. Использование тепловых насосов в пищевой промышленности.
41. Методика расчета и подбора парокомпрессионного теплового насоса.
42. Как влияет изменение температур внешних источников теплоты на термодинамическую эффективность парокомпрессионных тепловых насосов?
43. Какими показателями оценивается энергетическая эффективность парокомпрессионных тепловых насосов.
44. Каким энергетическим показателем оценивается эффективность одновременного получения холода и теплоты в парокомпрессионных тепловых насосах?

45. Какие группы основных уравнений используются при расчете характеристик парокомпрессионных тепловых насосов?
46. Элементы системы бережливого производства организации.
47. Мониторинг результативности бережливых проектов. Вовлечение персонала организации, обучение и мотивация.
48. Инструменты БП, план-график как результат планирования.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков

Опрос позволяет оценить знания и кругозор обучающегося, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. Опрос как важнейшее средство развития мышления и речи обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту.

Критериями оценки **устного ответа** являются: полнота представленной информации, логичность выступления, наличие необходимых разъяснений и использование формул и/или определений по ходу ответа, привлечение материалов современных научных публикаций.

Для оценки знаний обучающихся используют **тестовые задания** в закрытой форме, когда испытуемому предлагается выбрать правильный ответ из нескольких возможных. Каждый тест содержит 4 варианта ответа, среди которых только один правильный. Результат зависит от общего количества правильных ответов, записанных в бланк ответов.

Реферат как продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде (до 15 стр.) полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Раскрытие темы, предложенной в реферате, оценивается по 10-й шкале.

Письменная проверка знаний в виде решения **задач** осуществляется в аудиторной форме. Во время проверки и оценки задач проводится анализ результатов выполнения, выявляются типичные ошибки, а также причины их появления. Анализ задач проводится оперативно. При проверке задач преподаватель исправляет каждую допущенную ошибку и определяет полноту ответа, учитывая при этом четкость и последовательность изложения мыслей, наличие и достаточность пояснений, знания терминологии в предметной области. Решение задач оценивается по двухбалльной шкале.

Контрольная работа по дисциплине выполняется в аудиторной форме по итогам изучения каждого смыслового модуля. Аудиторная контрольная работа предполагает решение конкретной технической задачи по вариантам.

Время решения каждой задачи ограничивается 45 минутами. Критериями оценки такой работы становятся: использование системных единиц измерения, понимание заданного условия и использования в ответе правильных формул и нужных диаграмм (при необходимости), грамотность, логическая

последовательность изложения решения. Контрольная работа оценивается по десятибалльной шкале.

Распределение баллов, которые получают обучающиеся

(для зачета)

Текущее тестирование и самостоятельная работа, балл								**Сумма, балл**
Смысловой модуль 1		**Смысловой модуль 2**			**Смысловой модуль 3**			
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6	Т7	Т8	**100**
15	15	10	10	10	10	15	15	
30		**30**			**40**			

Государственная шкалы оценивания академической успеваемости

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	**По государственной шкале**
90 - 100	«зачтено»
75 - 89	«зачтено»
60 - 74	«зачтено»
менее 60	«не зачтено»