Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крылова Людмила Вячеславовна
Должность: Проректор по учебно-методической работе
Дата подписания: 28.10.2026 12:17:28
Уникальный программный ключ:
b066544bae1e449cd8bfce392f7224a676a271b2

o.XMY (м)26

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
_____ Ржесик К.А.

«09» февраля 2026 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине

Б1.В.03 МАШИНЫ И СИСТЕМЫ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Направление подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Образовательная программа высшего образования – программа магистратуры

Магистерская программа – Холодильные машины и установки

Разработчик:

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

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

Донецк 2026 г.

Паспорт

оценочных материалов по дисциплине
МАШИНЫ И СИСТЕМЫ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Таблица 1 – Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения дисциплины (модуля):

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (модуля)	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-2	Способность использовать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках, методов расчетного анализа объектов профессиональной деятельности. .	**Тема 1.** Введение. Классификация топливно-энергетических энергоресурсов (первичных и вторичных энергетических ресурсов).	2
			Тема 2. Оценка экономии теплоты и топлива за счет использования вторичных энергетических ресурсов.	2
			Тема 3. Вторичные энергетические ресурсы предприятий пищевой промышленности.	2
			Тема 4. Нормативная база энергоаудита предприятия. Виды	2

			энергетических обследований. Программа проведения энергетического обследования.	
			Тема 5. Органический цикл Ренкина для утилизации низкопотенциальной энергии.	2
			Тема 6. Принципиальные возможности использования низкопотенциальной теплоты с помощью тепловых насосов различных типов (парокомпрессионные и абсобционные).	2
			Тема 7. Энергоэффектив-ные схемы использования ВЭР в промышленности.	2

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 2 – Показатели оценивания компетенций

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины, практики	Наименование оценочных средств
1	**ПК-2**	ИД-1$_{ПК-2}$ Обеспечивает технологичность конструкции машиностроительных изделий высокой сложности.	**Тема 1.** Введение. Классификация топливно-энергетических энергоресурсов (первичных и вторичных энергетических ресурсов).	устный опрос, тесты
		ИД-2$_{ПК-2}$ Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.	**Тема 2.** Оценка экономии теплоты и топлива за счет использования вторичных энергетических ресурсов.	устный опрос, задачи
			Тема 3. ВЭР предприятий пищевой промышленности.	устный опрос, задачи
		ИД-3$_{ПК-2}$ Разрабатывает с использованием CAD-, CAPP-систем технологические процессы изготовления машиностроительных изделий высокой сложности.	**Тема 4.** Нормативная база энергоаудита предприятия. Виды энергетических обследований. Программа проведения энергетического обследования.	устный опрос, тесты

			Тема 5. Органический цикл Ренкина для утилизации низкопотенциальной энергии.	устный опрос, задачи
			Тема 6. Принципиальные возможности использования низкопотенциальной теплоты с помощью тепловых насосов различных типов (парокомпрессионные и абсобционные).	устный опрос, реферат
			Тема 7. Энергоэффектив-ные схемы использования ВЭР в промышленности.	устный опрос, контрольная работа, тесты

Таблица 3 – Критерии и шкала оценивания по оценочному материалу «**Тесты**»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерии оценивания
8-10	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов)
5-7	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов)
1-4	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 60-74% вопросов)
0	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем 60%)

Таблица 4 – Критерии и шкала оценивания по оценочному материалу «**Реферат**»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерии оценивания
8-10	Реферат написан на высоком уровне (обучающийся полно осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
5-7	Реферат написан на среднем уровне (обучающийся в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
1-4	Реферат написан на низком уровне (обучающийся допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
0	Реферат написан на неудовлетворительном уровне или не представлен (обучающийся не готов, не выполнил задание и т.п.)

Таблица 5 – Критерии и шкала оценивания по оценочному материалу «**Контрольная работа**»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерии оценивания
8-10	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные решения получены для 90-100% задач)
5-7	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные решения получены для 75-89% задач)
1-4	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные решения получены для 60-74% задач)
0	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные решения получены для менее, чем 60% задач)

Таблица 6 – Критерии и шкала оценивания по оценочному материалу «**Опрос**»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерии оценивания
5-6	Материал изложен на высоком уровне. Все аспекты проблемы раскрыты полностью и в логической последовательности. Приведен конкретный фактический материал. Изложены точки зрения историков. Обоснована личная интерпретация культурно-исторического периода в истории.
3-4	Материал изложен хорошо. Раскрыты многие аспекты проблемы, но не все. В некоторой степени использовался фактический материал. Показана на должном уровне интерпретация историков культурно-исторических достижений и личное мнение.
1-2	Материал изложен на низком уровне. Раскрыт 1 аспект проблемы. Нет в ответе фактического материала. Отсутствует точка зрения историков. Слабо обоснована личная точка зрения.
0	Ответ представлен на неудовлетворительном уровне или обучающийся не готов к занятиям.

Таблица 7 – Критерии и шкала оценивания по оценочному материалу «**Задачи**»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	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.)
3	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

Таблица 8 – Примерный 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 учебной 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.	Контрольная работа	средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме, разделу или учебной дисциплине.	комплект контрольных заданий по вариантам
4.	Реферат	Продукт самостоятельной работы обучающийсяа, 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 рефератов
5.	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

ФОНД ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

1. Какая из перечисленных стран – лидер в сфере солнечной энергетики:
а) Франция
б) Германия
в) Испания
г) нет правильного ответа

2. Где расположена крупнейшая в мире солнечная электростанция:
а) В Китае
б) В РФ
в) В США
г) нет правильного ответа

3. Дания – мировой рекордсмен в сфере ветроэнергетики. Какова доля энергии, произведенной датскими ветряными турбинами, по итогам 2014 года:
а) 59%
б) 49%
в) 39%
г) нет правильного ответа

4. Где расположена крупнейшая в России ветроэлектростанция:
а) На Камчатке
б) В Калининградской области
в) В Краснодарском крае
г) нет правильного ответа

5. Первая в мире волновая электростанция была построена в районе Агусадора, Португалия. В каком году она начала свою работу:
а) 1988
б) 1948
в) 2008
г) 2018

6. С 2009 года работает единственная в мире осмотическая электростанция: энергия добывается при перемешивании пресной и морской воды. Где находится эта электростанция:
а) В Норвегии
б) В Исландии
в) В Швеции
г) В Китае

7. В какой из перечисленных стран нет геотермальных электростанций:
а) Россия
б) Филиппины
в) Куба
г) В Китае

8. Совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгодности их использования и, как правило, низком риске причинения вреда окружающей среде:
а) альтернативная энергетика

б) солнечная энергетика
в) ветроэнергетика
г) нанотехнологии

9. Отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или в любую другую форму энергии, удобную для использования в народном хозяйстве:
а) солнечная энергетика
б) ветроэнергетика
в) гидроэнергетика
г) атомная энергетика

10. Топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов:
а) биотопливо
б) ветроэнергетика
в) солнечная энергетика
г) уголь

11. Направление альтернативной энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде:
а) ветроэнергетика
б) гидроэнергетика
в) солнечная энергетика
г) угольная промышленность

12. Область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность больших естественных и искусственных подсистем, служащих для преобразования энергии водного потока в электрическую энергию:
а) гидроэнергетика
б) ветроэнергетика
в) солнечная энергетика
г) атомная энергетика

13. Направление энергетики, основанное на производстве электрической энергии за счёт энергии, содержащейся в недрах земли, на геотермальных станциях:
а) грозовая энергетика
б) геотермальная энергетика
в) водородная енергетика
г) атомная енергетика

14. Способ получения энергии путём поимки и перенаправления энергии молний в электросеть:
а) управляемый термоядерный синтез
б) распределённое производство энергии
в) грозовая энергетика
г) атомная енергетика

15. Синтез более тяжёлых атомных ядер из более лёгких с целью получения энергии, который носит управляемый характер:
а) распределённое производство энергии
б) управляемый термоядерный синтез +
в) геотермальная енергетика

г) солнечная енергетика

16. Новая тенденция в энергетике, связанная с производством тепловой, электрической энергии и холода:
а) когенерация
б) управляемый термоядерный синтез
в) тригенерация
г) солнечная энергетика

17. Новая тенденция в энергетике, связанная с комбинированным производством тепловой и электрической энергии:
а) когенерация
б) управляемый термоядерный синтез
в) тригенерация
г) солнечная энергетика

18. Отрасль энергетики, основанное на использовании водорода в качестве средства для аккумулирования, транспортировки и потребления энергии людьми:
а) грозовая энергетика
б) водородная энергетика
в) геотермальная енергетика
г) тригенерация

19. Устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим ее преобразованием в электрическую энергию:
а) ветрогенератор
б) наземная ветряная электростанция
в) ветряная электростанция
г) нет правильного ответа

20. Тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются на холмах или возвышенностях:
а) ветряная электростанция
б) наземная ветряная электростанция

в) шельфовая ветряная электростанция
г) нет правильного ответа

21. Тип ветряных электростанций, ветрогенераторы которых устанавливаются на небольшом удалении от берега моря или океана:
а) шельфовая ветряная электростанция
б) наземная ветряная электростанция
в) прибрежная ветряная электростанция
г) нет правильного ответа

22. Получение электроэнергии с помощью фотоэлементов:
а) двигатель Стирлинга
б) фотовольтатика
в) гелиотермальная енергетика
г) фотосинтез

23. Тепловая машина, в которой рабочее тело, в виде газа или жидкости, движется в замкнутом объёме, разновидность двигателя внешнего сгорания:
а) двигатель Стирлинга
б) фотовольтатика
в) гелиотермальная установка
г) паросиловая установка

24. Устройство для сбора тепловой энергии Солнца (гелиоустановка), переносимой видимым светом и ближним инфракрасным излучением:
а) гелиотермальная энергетика
б) двигатель Стирлинга
в) солнечный коллектор
г) нет правильного ответа

25. Полная энергия ветрового потока какой-либо местности на определенной высоте над поверхностью земли:
а) валовой потенциал
б) ветровой потенциал
в) экономический потенциал
г) энергетический потенциал

26. Энергетический эквивалент ветрового потока какой-либо местности на определенной высоте над поверхностью земли:
а) валовой потенциал
б) ветровой потенциал
в) экономический потенциал
г) энергетический потенциал

27. Электростанция, преобразующая по единой технологической схеме энергию солнечного излучения и химическую энергию топлива в электрическую и тепловую энергию:
а) солнечное теплоснабжение
б) солнечная электростанция
в) солнечно-топливная электростанция
г) гидро-электростанция

28. Использование энергии солнечного излучения для отопления, горячего водоснабжения и обеспечения технологических нужд различных потребителей:
а) солнечное теплоснабжение
б) солнечная электростанция
в) солнечно-топливная электростанция
г) гидро-электростанция

29. Солнечная электростанция, в которой используется способ прямого преобразования энергии солнечного излучения в электрическую энергию:
а) Двухконтурная солнечная электростанция
б) Фотоэлектрическая солнечная электростанция
в) Термодинамическая солнечная электростанция
г) нет правильного ответа

30. Возобновляемые источники энергии – это
а) энергия солнца, ветра, тепла земли, естественного движения водных потоков, а также энергия существующих в природе градиентов температур;

б) энергия, получаемая при расщеплении атома;
в) энергия, подучаемая только от солнечных электростанций;
г) энергия, подучаемая только наземных ветряных электростанций

31. К альтернативным видам топлива относятся:
а) энергия солнца, ветра, тепла земли, естественного движения водных потоков, а также энергия существующих в природе градиентов температур;
б) энергия, подучаемая только от солнечных электростанций;
в) энергия, подучаемая только наземных ветряных электростанций виды топлива (сжатый и сжиженный газ, биогаз, генераторный газ, продукты переработки биомассы, водоугольное топливо и другие), использование которого сокращает или замещает потребление энергетических ресурсов более дорогих и дефицитных видов;
г) энергия, получаемая при расщеплении атома.

32. Как классифицируются вторичные энергоресурсы по виду энергии:
а) горючие (топливные), тепловые ВЭР, ВЭР избыточного давления (силовые);
б) топливные, теплове, силове, комбинированные;
в) природне и искусственые;
г) нет правильного ответа.

33. Как определяется располагаемая энергия ВЭР (энергетический потенциал энергоносителей) для тепловых ВЭР:
а) $\Delta h = h_{ВЭР} - h_{окр}$;
б) низшей теплотой сгорания $Q^{р}_{н}$;
в) работой изоэнтропного расширения l_0;
г) КПД.

34. Как определяется располагаемая энергия ВЭР (энергетический потенциал энергоносителей) для горючих ВЭР:
а) $\Delta h = h_{ВЭР} - h_{окр}$;
б) низшей теплотой сгорания $Q^{р}_{н}$;
в) работой изоэнтропного расширения l_0;
г) КПД.

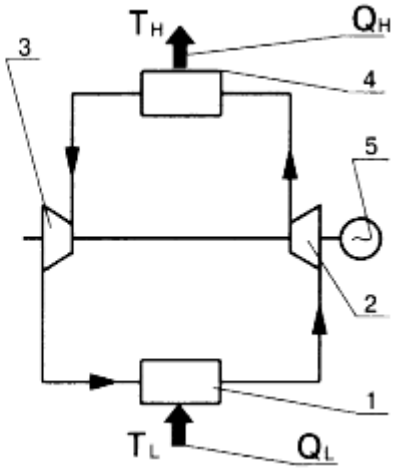
35. Какой коэффициент используется для определения энергетической эффективности работы ПЭХМ?
а) $\eta_{КАРНО}$;
б) СОР;
в) тепловой коэффициент ζ ;
г) $\eta_{ОТТО}$.

36. 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;

37. 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.
38. В теоретическом цикле абсорбционной бромистолитиевой холодильной машины (АБХМ) с одноступенчатой генерацией пара вода выступает как…
а) адсорбер;
б) абсорбером;
в) рабочее вещество.

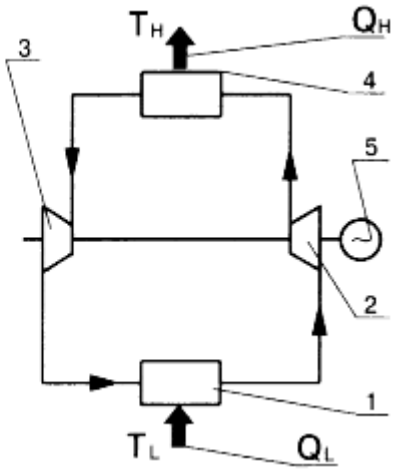
39. Из работ какого ученого вытекает принцип работы теплового насоса?
а) Из работ и разработок Бойля-Мариотта
б) Из работ Томсона
в) Из работ и опытов Ренкина
г) Из описания цикла ГТУ
д) Из работ Карно и описания цикла Карно, опубликованного в его диссертации в 1824 г.

40. Практическую теплонасосную систему предложил ... .
а) Ренкин
б) Вильям Томсон (лорд Кельвин)
в) С.Карно
г) Гей-Люссак
д) И.Ньютон



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

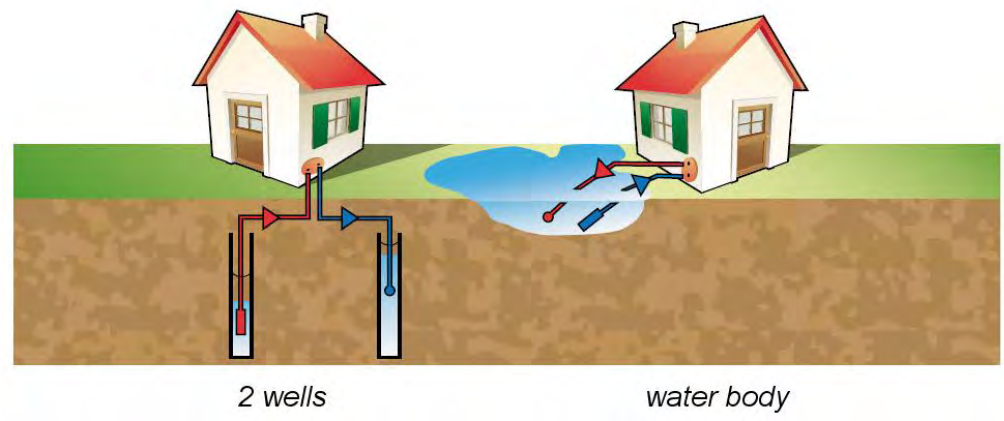
а) конденсатор;
б) испаритель;
в) турбокомпрессор;
г) расширительная машина.



42. На принципиальной схеме теплового насоса цифрой 2 обозначен ... .

а) конденсатор;
б) испаритель;
в) турбокомпрессор;
г) расширительная машина.

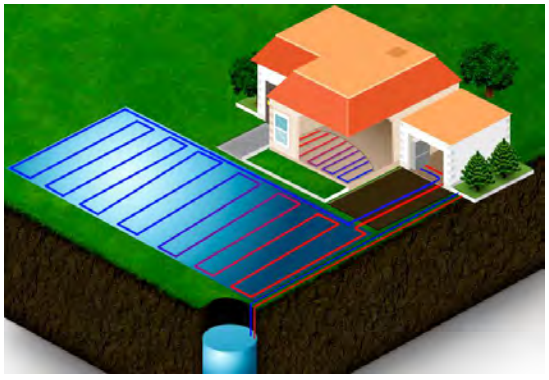
43. На рисунке приведена схема ... теплового насоса.

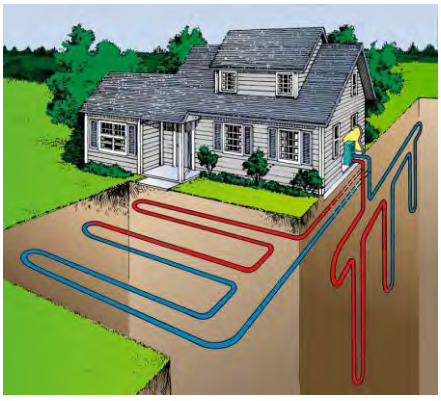


а) открытого цикла;
б) закрытого цикла;
в) необратимого цикла.

44. 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.

45. На рисунках показан тепловой насос типа …

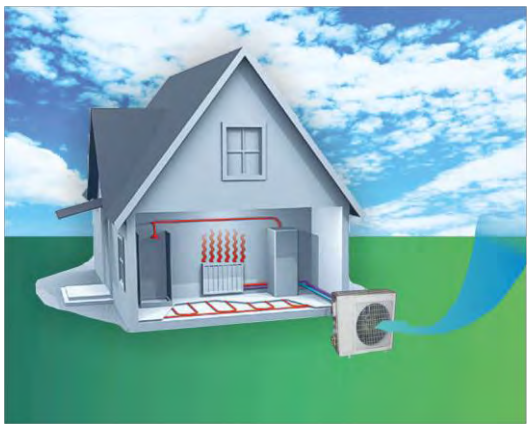




а) грунт-воздух;
б) вода-грунт;
в) грунт-вода;
г) воздух –вода.

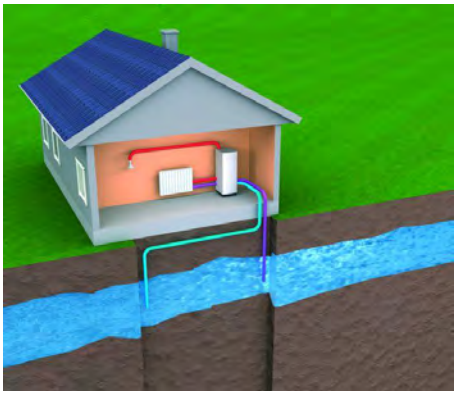
46. На рисунке показан тепловой насос типа …





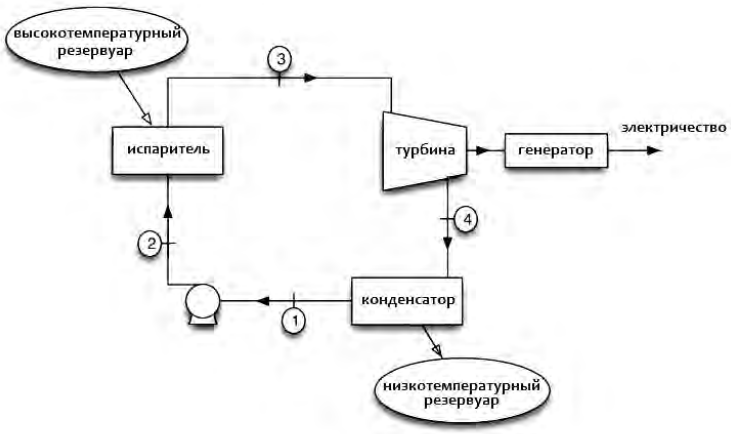
а) грунт-воздух;
б) вода-грунт;
в) грунт-вода;
г) воздух –вода.

47. На рисунке показан тепловой насос типа …



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

.48. На рисунке показана схема….
а) теплового насоса;
б) холодильной установки;
в) паросиловой установки;
г) органического цикла Ренкина.



49. К какой группе относятся холодильные агенты такие, как R402A, R409B, R411A ?
а) природных х.а.;
б) озоноразрушающих х.а;
в) переходные х.а.;
г) однокомпонентные х.а.

50. Для эффективной оценки влияния холодильной системы на климат введен так называемый общий коэффициент эквивалентного потепленння, который обозначается как
а) COP;
б) η КАРНО;
в) коэффициент трансформации ζ ;
г). коэффициент TEWI.

Темы рефератов

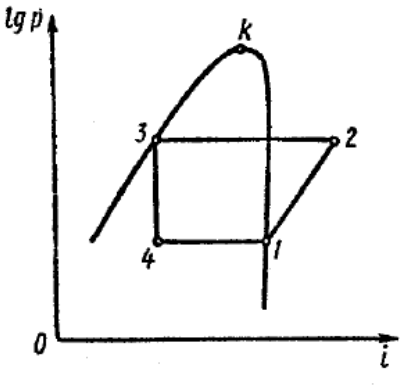
1. Второй закон термодинамики, определяющий принцип работы энергопреобразующих установок. Формулировка и основное содержание.
2. Примеры использования вторичных энергоресурсов в пищевой промышленности.
3. Примеры использования вторичных энергоресурсов в газовой промышленности.
4. Примеры использования вторичных энергоресурсов в химической промышленности.
5. Примеры использования вторичных энергоресурсов в нефтеперерабатывающей промышленности?
6. Примеры использования вторичных энергоресурсов в машиностроении и производстве стройматериалов.
7. Органический цикл Ренкина: температурный диапазон и используемые рабочие тела.
8. Пути оптимизации работы энергопреобразующих установок на примере тепловых насосов.
9. Схема и принцип действия теплового насоса типа «вода-вода». Область применения.
10. Схема и принцип действия парокомпрессионного теплового насоса типа «воздух-вода». Область применения.
11. Схема и принцип действия парокомпрессионного теплового насоса типа «грунт-вода». Область применения.
12. Примеры использования низкопотенциальной геотермальной тепловой энергии земли.
13. Схема и принцип действия абсорбционного теплового насоса. Области применения.
14. Чем отличается тепловой насос от тепловой трубы?
15. Чем отличается парокомпрессионный тепловой насос от абсорбционного теплового насоса? Преимущества и недостатки.
16. Принцип действия тепловой трубы.
17. Экологические проблемы теплохладотехники.
18. Цифровой двойник теплового насоса.
19. Примеры цифровых решений в теплохладотехнике.
20. Применение цифровых двойников в холодильной индустрии.
21. Этапы жизненного цикла энергопреобразующих установок (на примере теплового насоса).

ЗАДАЧИ

1. Паровая холодильная машина работает по обратному циклу Карно. Рабочее тело – аммиак. Давление в конденсаторе и испарителе соответственно 1,036 и 0,119 МПа (10,6 и 1,2 ат). Определить холодильный коэффициент цикла.

2. Определить холодильный коэффициент цикла паровой холодильной машины, работающей на R717 (хладон – аммиак) температура кипения $t_о = -30$ °С, конденсации $t_к = +30$ °С. В компрессор поступает перегретый пар с температурой $t_п = -20$ °С. Охлаждение жидкости перед регулирующим вентилем (дросселем) отсутствует.
3. В компрессор паровой холодильной машины с дросселирующим вентилем поступает сухой насыщенный пар, в регулирующий вентиль – насыщенная жидкость. Температура кипения – минус 20 °С, конденсации – плюс 35 °С. Сравнить удельные массовые и объемные ($q_v = q_о/v_1$) холодопроизводительности в циклах, если рабочим телом является: 1) аммиак, 2) R407C, 3) R32.
4. Определить отопительный коэффициент ТНУ, если температура низкопотенциального источника $t_{НПИ} = 20$ °С, температура окружающей среды (высокопотенциального источника) $t_{ВПИ} = 65$ °С.
5. Определить отопительный коэффициент ТНУ, если температура низкопотенциального источника $t_{НПИ} = +5$ °С, температура окружающей среды (высокопотенциального источника) $t_{ВПИ} = 45$ °С.

6. В идеальном одноступенчатом компрессоре сжимается воздух до давления p_2=2,74 бар. Начальная температура воздуха t_1=17°*C,* давление p_1=0,98 бар. Определить работу, затраченную на сжатие 1 кг воздуха, и конечную температуру, если сжатие происходило: а) изотермично; б) политропно при n=1,25; в) адиабатно при k=1,41.
7. В идеальном компрессоре производительностью 20 м^3/мин адиабатно сжимается воздух до давления 5,9 бар. Начальное давление воздуха p_1=0,98 бар и температура t_1=20°С. Определить, как изменится теоретическая мощность, затрачиваемая на сжатие, если конечное давление воздуха в компрессоре понизится до p_3=2,9 бар.
8. Определить удельную работу цикла холодильной машины, работающей по обратимом циклу Карно, необходимую для отвода 30кДж теплоты от рабочего тела, имеющего температуру минус 30°С, в окружающую среду с температурой 25 °С? Определить холодильный коэффициент.
9. Построить цикл парокомпрессионного теплового насоса с РТО, работающего на R407C. Температура кипения – минус 15 °С, конденсации – плюс 45 °С. Определить параметры в узловых точках и коэффициент теплотрасформации.
10. Определить холодильный коэффициент и мощность привода компрессора, если холодопроизводительность установки 150кВт, температура с.н.п. аммиака на входе в компрессор составляет 0 °С, а на выходе из него 40 °С, переохлаждения конденсата не происходит (см. рис.). Решение выполнять графически с использованием фазовых диаграмм.



КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Задача 1.

Выполнить расчет органического цикла Ренкина при заданных параметрах. Определить: давление в испарителе и конденсаторе, перепады энтальпии при изоэнтропных процессах сжатия и расширения рабочего тела. Построить цикл на фазовой диаграмме заданного холодильного агента. Определить КПД органического цикла Ренкина.

Таблица – Исходные данные

№ варианта	Холодильный агент	Температура в конденсаторе, °С	Температура в испарителе, °С	КПД насоса	КПД детандера	КПД генератора
1	R245fa	50	90	0,6	0,57	0,9
2	R134a	48	92	0,65	0,6	0,89
3	R11	47	95	0,5	0,57	0,85
4	R123	45	94	0,55	0,58	0,87
5	R113	50	90	0,56	0,6	0,9
6	R245fa	45	95	0,6	0,65	0,89
7	R11	52	90	0,62	0,5	0,85
8	R134a	54	97	0,58	0,55	0,87
9	R113	50	94	0,54	0,56	0,9
0	R245fa	48	92	0,6	0,6	0,87

Примечание: при расчетах использовать программное обеспечение Solkane. CoolPack,. имеющиеся в открытом доступе.

Задача 2.

Выполнить расчет теоретического цикла абсорбционного бромистолитиевого понижающего термотрансформатора по исходным данным.

Таблица – Исходные данные:

№ варианта	Температура охлаждаемой среды (пара), °С	Температура нагретой воды, К
1	120	308
2	122	310
3	124	300
4	123	305
5	120	300
6	118	310
7	120	300
8	122	305
9	124	300
0	118	310

Примечание: расчет выполнять по методике, указанной в Дзино А.А., Малинина О.С. Машины и системы низкопотенциальной энергетики: Учеб.-метод. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2016. 66 с.

Перечень вопросов к зачету

1. Нормативная база энергоаудита предприятия.
2. Нормативная база, регламентирующая рациональное использование энергоресурсов.
3. В чем заключаются основные направления энергосбережения?
4. В чем заключаются правовые основы энергосберегающей политики?
5. Что такое «потенциал энергосбережения»?
6. Что такое «полный жизненный цикл энергоресурса»?
7. Какие энергоресурсы называют вторичными?
8. Что такое регенерация вторичных энергоресурсов?
9. Что такое утилизации вторичных энергоресурсов?
10. Что такое непосредственное использование вторичных энергоресурсов?
11. Как классифицируются потери энергии при работе технологического оборудования?
12. Как классифицируются топливно-энергетические энергоресурсы?
13. Как оценивается экономия энергии при использовании ВЭР различных видов?
14. В чем заключаются причины недостаточного использования ВЭР в промышленности?
15. Какие вторичные энергоресурсы имеют место в пищевой промышленности?
16. Как используются вторичные энергоресурсы в газовой промышленности?
17. Как используются вторичные энергоресурсы в химической, нефтеперерабатывающей промышленности?
18. Как используются вторичные энергоресурсы в машиностроении и производстве стройматериалов?
19. Как используются вторичные энергоресурсы в пищевой промышленности?
20. Что такое газовая утилизационная бескомпрессорная турбина?
21. Органический цикл Ренкина: температурный диапазон и используемые рабочие тела?
22. Сравнение органического цикла Ренкина с паровым циклом Ренкина
23. Как и в каких процессах промышленного производства используются тепловые насосы?
24. Классификация тепловых насосов.
25. Схема и принцип действия теплового насоса типа «вода-вода». Область применения.
26. Схема и принцип действия парокомпрессионного теплового насоса типа «воздух-вода». Область применения.
27. Схема и принцип действия парокомпрессионного теплового насоса типа «грунт-вода». Область применения.
28. Примеры использования низкопотенциальной геотермальной тепловой энергии земли.
29. Охлаждение помещений за счет низкопотенциальной тепловой энергии
30. Схема и принцип действия абсобционного теплового насоса. Области применения.
31. Чем отличается тепловой насос от тепловой трубы?

32. Принцип действия тепловой трубы.
33. Как используется энергия избыточного давления газа в турбодетандерах?
34. Что такое регенерация вторичных энергоресурсов?
35. Что такое высокопотенциальные энергетические ресурсы?
36. Что такое низкопотенциальные энергетические ресурсы?
37. Что такое утилизации вторичных энергоресурсов?
38. Что такое непосредственное использование вторичных энергоресурсов?
39. Рациональное энергосбережение в низкотемпературных технологиях (сушильные установки).
40. Рациональное энергосбережение в низкотемпературных технологиях (выпарные установки).
41. Рациональное энергосбережение в низкотемпературных технологиях (ректификационные установки).
42. Экологические проблемы энергетики.
43. Новейшие технологии, используемые в энергосбережении.
44. Примеры использования низкопотенциальной геотермальной тепловой энергии земли.
45. Охлаждение помещений за счет низкопотенциальной тепловой энергии.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ

При изучении дисциплины в течение семестра обучающийся максимально может набрать 100 баллов.

Система оценивания всех видов работ по учебной дисциплине **«**Машины и системы низкопотенциальной энергетики**»** приведена в таблицах 2-8.

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 зачету.

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. При выполнении закрытого теста 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, представляет 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.

Контрольная работа по дисциплине «Машины и системы низкопотенциальной энергетики» выполняется в аудиторной форме по итогам изучения каждого смыслового модуля. Аудиторная контрольная работа предполагает решение конкретной практической 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.

Таблица 9 – Распределение баллов, которые получают обучающиеся

<table>
<tr><td colspan="7">Текущее тестирование и самостоятельная работа, балл</td><td>Максимальная сумма баллов</td></tr>
<tr><td colspan="4">Смысловой модуль 1. Энергосберегающие технологии: введение и нормативная база</td><td colspan="3">Смысловой модуль 2. Утилизация тепловых ресурсов в промышленности: методы и схемные решения</td><td rowspan="4">100</td></tr>
<tr><td>Т1</td><td>Т2</td><td>Т3</td><td>Т4</td><td>Т5</td><td>Т6</td><td>Т7</td></tr>
<tr><td>10</td><td>10</td><td>15</td><td>15</td><td>15</td><td>15</td><td>20</td></tr>
<tr><td colspan="4">50</td><td colspan="3">50</td></tr>
</table>

Таблица 10 – Государственная шкала оценивания академической успеваемости

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	**По государственной шкале**
60-100	«Зачтено»
0-59	«Не зачтено»