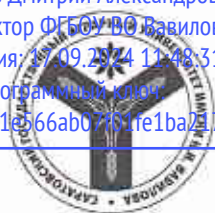


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
Дата подписания: 09.25.24 11:48:31  
Уникальный программный ключ:  
528682178e671e566ab07b51e1ba2172f735a12

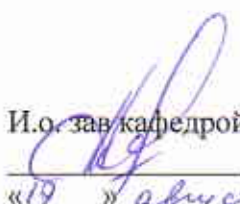
# МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой

  
/ Никишанов А.Н./  
«19» августа 2020 г.

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дисциплина	Технологические энергоносители и системы
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Энергообеспечение предприятий
Квалификация выпускника	Бакалавр
Нормативный срок обучения	4 года
Кафедра-разработчик	Природообустройство, строительство и теплоэнергетика
Форма обучения	Очная
Ведущий преподаватель	Сивицкий Д.В.

Разработчик(и): доцент Сивицкий Д.В.

  
(подпись)

Саратов 2020

## Содержание

- 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП
- 2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
- 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.
- 4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Технологические энергоносители и системы» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28.02.2018 г. №143, формируют следующие компетенции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

**Таблица 1 - Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Технологические энергоносители и системы»**

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (курс)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ПК-1	способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	ПК-1.5 Участует в сборе и анализе данных для проектирования систем холодоснабжения, систем снабжения сжатым воздухом, водоснабжения и обеспечения объектов профессиональной деятельности технологическими газами.	4	лекции, /практические	устный отчет по лабораторным и практическим занятиям, курсовая работа, доклад по самостоятельной работе.
ПК-5	способность проводить	ПК-5.6 Выполняет	4 курс	лекции, /практические	устный отчет по лабораторным и

	<p>расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p>	<p>расчеты технологических энергосистем по типовым методикам в соответствии с техническим заданием</p>		<p>кие/лабораторные занятия</p>	<p>практическим занятиям, курсовая работа, доклад по самостоятельной работе.</p>
--	---	--	--	---------------------------------	--

Компетенция ПК-1 также формируется в ходе освоения дисциплин:

Тепломассообменное оборудование предприятий; Нагнетатели и тепловые двигатели; Электрическая часть станций и подстанций; Электроснабжение предприятий; Топливоснабжение и топливное хозяйство; Котельные установки и парогенераторы; Источники и системы теплоснабжения предприятий; Энергооборудование потребителей теплоты; Теплотехническое оборудование потребителей теплоты; Физико-химические методы водоподготовки в системах энергообеспечения; Водоподготовка в системах энергообеспечения; Введение в малую энергетику; История развития малой энергетики; Преддипломная практика; Ознакомительная практика; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты; Тенденции развития современной энергетики

Компетенция ПК-5: также формируется в ходе освоения дисциплин: Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии; Тепломассообменное оборудование предприятий; Нагнетатели и тепловые двигатели; Электрическая часть станций и подстанций; Электроснабжение предприятий; Топливоснабжение и топливное хозяйство; Котельные установки и парогенераторы; Энергооборудование потребителей теплоты; Теплотехническое оборудование потребителей теплоты; Физико-химические методы водоподготовки в системах энергообеспечения; Водоподготовка в системах энергообеспечения; Программные продукты в системах энергообеспечения; Программные комплексы

в системах энергообеспечения; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

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

### Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Доклад	продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в устном 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 докладов
2.	Тестирование	метод, который позволяет выявить уровень знаний, умений и навыков, способностей и других качеств личности, а также их соответствие определенным нормам путем анализа способов выполнения обучающимися ряда специальных заданий	банк тестовых заданий
3.	лабораторная работа	средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы с применением методов, освоенных на лекциях, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике	лабораторные работы

4.	Типовой расчет	средство, направленное на овладение необходимыми навыками расчета инженерных систем и оборудования, сопоставление полученных результатов с реальными объектами	комплект заданий
5.	рубежный контроль	позволяет оценить степень восприятия учебного материала и проводится для оценки результатов изучения разделов/тем дисциплины	Вопросы рубежного контроля
6.	Курсовая работа	самостоятельная учебная работа, выполняемая в течение семестра студентами под руководством преподавателей и содержащая технический анализ инженерного решения в сфере профессиональной деятельности, направленная на закреплении навыков применения на практике полученных теоретических знаний	комплект заданий
7.	письменный опрос	позволяет оценить степень восприятия учебного материала дисциплины	Вопросы письменного опроса
8.	устный опрос	средство контроля, организованное как устные опрос педагогического работника обучающегося на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	перечень вопросов для устного опроса
9.	Промежуточная аттестация	позволяет оценить степень восприятия учебного материала дисциплины	Вопросы выходного контроля

### Программа оценивания контролируемой дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1.	Значение и задачи энергетического хозяйства предприятия. Структура и функции энергетического хозяйства.	ПК-1	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
2.	Испытание холодильной установки	ПК-2	лабораторная работа
3.	Энергоносители. Виды, классификация и характеристика. Графики нагрузок по энергоносителям. Способы выравнивания неравномерности графиков.	ПК-1	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
4.	Основы технико-экономических расчетов систем энергообеспечения	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
5.	Системы холодоснабжения. Потребители искусственного холода. Способы производства искусственного холода.	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация Самостоятельная работа
6.	Испытание холодильной установки	ПК-2	лабораторная работа
7.	Виды систем охлаждения. Способы отвода теплоты от потребителей холода.	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
8.	Составление материального и теплового балансов	ПК-2	Устный опрос Самостоятельная работа
9.	Системы технологического водоснабжения промышленных предприятий и их назначение. Выбор источников водоснабжения. Водопроводные системы предприятий.	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
10.	Испытание поршневого компрессора	ПК-2	Лабораторная работа
11.	Классификация систем водоснабжения. Схемы систем производственного водоснабжения. Состав систем технического водоснабжения промышленного предприятия.	ПК-1	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация Самостоятельная работа

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
12.	Основы расчета холодильных установок. Обратный цикл Карно.	ПК-2	Устный опрос
13.	Прямоточные системы водоснабжения и их характеристики. Системы с повторным использованием воды.	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
14.	Испытание поршневого компрессора	ПК-2	Лабораторная работа
15.	Оборотная схема технического водоснабжения. Бессточные системы технического водоснабжения	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
16.	Тепловой расчет холодильной машины.	ПК-2	типовой расчет
17.	Система воздухообеспечения промышленных предприятий. Применение сжатого воздуха.	ПК-1	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
18.	Испытание центробежного вентилятора	ПК-2	лабораторная работа
19.	Требования к качеству сжатого воздуха. Очистка сжатого воздуха.	ПК-1	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
20.	Расчет насосной установки.	ПК-2	типовой расчет
21.	Технология производства сжатого воздуха. Получение и распределение сжатого воздуха. Потребление сжатого воздуха на промышленных предприятиях.	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
22.	Испытание центробежного вентилятора	ПК-2	лабораторная работа
23.	Тип, характер и разветвленность воздушных сетей предприятий. Гидравлический расчет воздухопроводов.	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
24.	Определение параметров воздуха с помощью I-d диаграммы	ПК-2	устный опрос самостоятельная работа



№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
25.	Анализ систем воздухообеспечения предприятий. Комплекс необходимых мероприятий по модернизации системы снабжения сжатым воздухом.	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация Самостоятельная работа
26.	Определение расхода воздуха	ПК-2	лабораторная работа
27.	Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха.	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
28.	Основы расчета компрессорных машин	ПК-2	типовой расчет
29.	Системы топливоснабжения. Топливоснабжение при твердом и при жидком топливе.	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
30.	Топливоснабжение при газообразном топливе. Классификация газопроводов.	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
31.	Гидравлический расчет трубопроводов и воздухопроводов	ПК-2	типовой расчет а
32.	Режимы потребления газа. Расчетные часовые расходы газа. Устройство газопроводов низкого и среднего давления	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
33.	Расчет процесса горения топлива	ПК-2	типовой расчет
34.	Получение промышленного газа из твердого и жидкого топлива Транспортировка газа потребителю.	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация
35.	Расчет теплофизических показателей газообразных теплоносителей	ПК-2	типовой расчет
36.	Источники и потребители тепловой энергии.	ПК-2	Рубежный контроль Устный опрос Промежуточная аттестация

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине  
«Технологические энергоносители и системы»  
на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6
ПК-1, 7 семестр	<b>знает:</b>	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале: методов сбора и анализа исходных данных для проектирования элементов оборудования и технологических процессов, техническую и нормативную документацию для проектирования систем технологических энергоносителей предприятий Допускает существенные ошибки.	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	обучающийся демонстрирует знание материала, но допускает не существенных неточности.	обучающийся демонстрирует знание материала: методы сбора и анализа исходных данных для проектирования элементов оборудования и технологических процессов, техническую и нормативную документацию для проектирования систем технологических энергоносителей предприятий
	<b>умеет:</b>	не умеет составлять структурные схемы элементов оборудования и систем технологических энергоносителей предприятий с использованием нормативной документации	в целом успешное, но не системное умение составлять структурные схемы элементов оборудования и систем технологических энергоносителей предприятий с использованием нормативной документации	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение выполнять составлять структурные схемы элементов оборудования и систем технологических энергоносителей	сформированное умение выполнять структурные схемы элементов оборудования и систем технологических энергоносителей предприятий с использованием

				энергоносителей предприятий с использованием нормативной документации	м нормативной документации
	<b>владеет</b>	обучающийся не владеет навыками проектирования систем и их элементов для технологических энергоносителей с использованием технической и нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации	в целом успешное, но не системное владение навыками проектирования систем и их элементов для технологических энергоносителей с использованием технической и нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающаяся отдельными ошибками навыки проектирования систем и их элементов для технологических энергоносителей с использованием технической и нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации	успешное и системное владение навыками проектирования систем и их элементов для технологических энергоносителей с использованием технической и нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации
ПК – 2	<b>знает:</b>	обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале: типовых методиках гидростатических и тепловых расчетов при проектировании и эксплуатации теплотехнического оборудования и систем транспорта технологических энергоносителей, стандартные средства и системы автоматизации	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	обучающийся демонстрирует знание материала, но допускает не существенных неточности.	обучающийся демонстрирует знание материала: принципы: типовые методики гидростатических и тепловых расчетов при проектировании и эксплуатации теплотехнического оборудования и систем транспорта технологических энергоносителей, стандартные средства и

		при проектировании систем технологических энергоносителей предприятий			системы автоматизации при проектировании и систем технологических энергоносителей предприятий
<b>умеет:</b>	не умеет выполнять гидравлические и тепловые расчеты применительно к теплотехническому оборудованию и системам транспорта энергоносителей по типовым методикам с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации, применять современные средства и системы автоматизированного проектирования технологических систем предприятий	в целом успешное, но не системное умение выполнять гидравлические и тепловые расчеты применительно к теплотехническому оборудованию и системам транспорта энергоносителей по типовым методикам с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации, применять современные средства и системы автоматизированного проектирования технологических систем предприятий	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение выполнять гидравлические и тепловые расчеты применительно к теплотехническому оборудованию и системам транспорта энергоносителей по типовым методикам с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации, применять современные средства и системы автоматизированного проектирования технологических систем предприятий	сформированное умение выполнять гидравлические и тепловые расчеты применительно к теплотехническому оборудованию и системам транспорта энергоносителей по типовым методикам с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации, применять современные средства и системы автоматизированного проектирования технологических систем предприятий	
<b>владеет</b>	обучающийся не владеет навыком проведения тепловых и гидравлических расчетов теплоэнергетическ	в целом успешное, но не системное владение навыком методами проведения	в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающ	успешное и системное владение навыком проведения тепловых и гидравлически	

		ого оборудования и систем транспорта энергоносителей с использованием нормативной документации, навыками применения современных систем автоматизированного проектирования при выполнении проектных работ	тепловых и гидравлических расчетов теплоэнергетического оборудования и систем транспорта энергоносителей с использованием нормативной документации, навыками применения современных систем автоматизированного проектирования при выполнении проектных работ	отдельными ошибками навык проведения тепловых и гидравлических расчетов теплоэнергетического оборудования и систем транспорта энергоносителей с использованием нормативной документации, навыками применения современных систем автоматизированного проектирования при выполнении проектных работ	х расчетов теплоэнергетического оборудования и систем транспорта энергоносителей с использованием нормативной документации, навыками применения современных систем автоматизированного проектирования при выполнении проектных работ
--	--	--	--	---	--

### **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. Входной контроль**

##### **Примерный перечень вопросов**

1. Идеальный газ. Уравнение состояния.
- 2.Прямой и обратный циклы Карно
- 3.Первый закон термодинамики
- 4.Определение теплоемкости, единицы измерения
5. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса.
- 6.Изобарный, изотермический, адиабатный процессы (графическое изображение)
- 7.Виды теплообмена, определение коэффициента теплопередачи, размерность
- 8.Коэффициент теплопроводности, размерность
- 9.Уравнение теплопередачи

## 10. Уравнение Бернулли

Обучающийся отвечает на все вопросы входного контроля.

### 3.2. Доклад

#### Требования к подготовке доклада

Под докладом понимается устное сообщение по одному из вопросов тем, вынесенных на самостоятельное изучение.

Подготовка доклада направлена на развитие и закрепление у обучающихся навыков самостоятельного глубокого, творческого и всестороннего анализа научной, методической и другой литературы; на выработку навыков и умений грамотно и убедительно излагать материал, четко формулировать теоретические обобщения, выводы и практические рекомендации. Для этого обучающему предлагается: освоить один из вопросов по дисциплине; выявить ключевые понятия, характеризующие материал; подготовить доклад.

Выступление обучающего с докладом, занимает не более 3-5 минут.

Перечень вопросов и тем, вынесенных на самостоятельное изучение, представлен в приложении 2.

Таблица 2

Темы докладов, рекомендуемые к написанию при изучении дисциплины  
«Технологические энергоносители и системы»

№ п/п	Темы докладов
1	2
1.	Охлаждающие устройства систем оборотного водоснабжения
2.	Обработка воды в системах производственного водоснабжения
3.	Производство и потребление сжатого воздуха на промышленных предприятиях
4.	Абсорбционной бромисто-литиевый трансформатор теплоты
5.	Газожидкостные компрессионные трансформаторы теплоты
6.	Использование вторичных энергетических ресурсов в холодильных установках.
7.	Связь технического водоснабжения промпредприятий с экологическими и социальными проблемами в масштабах региона.
8.	Виды энергетических ресурсов
9.	Энергосбережение в промышленном холодоснабжении
10	Энергосбережение в энергетическом хозяйстве промышленного предприятия.

### 3.3 Лабораторная работа

Лабораторные работы проводятся после изучения теоретического материала по теме, и служат для закрепления полученных знаний, освоения умений и направлены на формирование установленных учебным планом компетенций.

Тематика лабораторных работ связана с рассматриваемым теоретическим лекционным материалом.

Оформление отчётов по лабораторным работам.

Отчёт должен оформляться на листах формата А 4 или в тетради для практических занятий и содержать:

1. Тему занятия (работы).
2. Цель занятия
3. Задание для исполнения.
4. Выполненные задания.
5. Выводы.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с Методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Технологические энергоносители и системы».

Пример лабораторной работы

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ИСПЫТАНИЕ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

**Цель работы.** Изучение основ работы холодильных машин. Определение основных характеристик холодильной установки малой производительности.

### **Общие положения**

Охлаждение какого-либо тела (будем говорить продукта) осуществляется теплопроводностью при его контакте с другим, более холодным, рабочим телом, например, с естественным (водой, льдом или воздухом). Искусственно холодное тело можно получить термодинамическими способами из тел, способных расширяться. Так, при расширении газа или пара температура обычно понижается, в то время как при сжатии – повышается. Термодинамической основой получения рабочих тел с низкой температурой является процесс расширения.

Чтобы постоянно иметь холодное тело, необходимо повторять процессы расширения, а так же совмещать их другими термодинамическими процессами, позволяющими приводить рабочее тело в исходное состояние. Таким образом, для охлаждения продуктов эпизодически процессы получения холодного рабочего тела должны быть заменены циклом.

Очевидно, что в цикле наряду с процессом расширения рабочего тела должен быть процесс сжатия для приведения его в исходное состояние. Кроме того, полученным в процессе расширения холодным рабочим телом надо охладить продукт, то есть передать теплоту продукта рабочему телу. Следовательно, наряду с процессом подвода теплоты к рабочему телу от продукта должен быть и процесс отвода теплоты от рабочего тела в окружающую среду.

Цикл холодильной установки состоит из следующих основных процессов изменения состояния рабочего тела: расширение, подвода теплоты, сжатия, отвода теплоты. Каждый из этих процессов осуществляется в отдельном аппарате, совокупность которых и составляет холодильную машину. Конструкции этих аппаратов разнообразны. Холодильные машины классифицируются, главным образом в зависимости от устройства аппарата для сжатия рабочего тела и в зависимости от рода рабочего тела (паровые и воздушные). Холодильные

машины, применяемые для так называемого умеренного охлаждения, по принципу действия устройства для сжатия разделяются на компрессионные, абсорбционные и парожеткорные. В условиях сельскохозяйственного производства широкое применение получили паровые компрессионные холодильные установки, в которых в качестве рабочего тела применяют аммиак и фреоны (в основном фреон-12 и фреон-22).

Холодильной машиной называется устройство, действующее циклично и передающее теплоту от среды менее нагретой к среде более нагретой. Работа идеальной компрессионной паровой холодильной машины теоретически осуществляется по обратному циклу Карно. Принципиальная схема и цикл такой установки показаны на рис. 1.

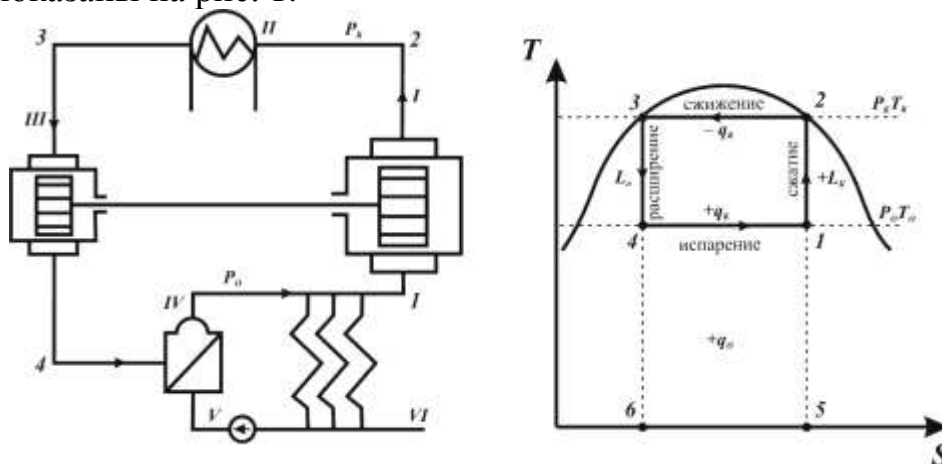


Рис. 1. Принципиальная схема и цикл холодильной установки

Процесс 1-2 адиабатного сжатия влажного пара до состояния сухого насыщенного осуществляется компрессором I, при этом повышается температура и давление хладагента. В процессе 2-3, происходящим в конденсаторе II, хладагент сжижается до состояния жидкости в результате отвода теплоты; этот процесс одновременно изобарный и изотермный. Охлаждение рабочего тела осуществляется в процессе 3-4 при адиабатном расширении его в детандере (расширительном цилиндре) III, при этом понижение давления в цилиндре сопровождается снижением температуры хладагента. В процессе 4-I холодное рабочее тело отнимает теплоту охлаждаемого тела в испарителе IV, за счет чего хладагент становится менее влажным (испаряется) при постоянном давлении и температуре.

Теплота, отнимаемая от охлаждаемого объекта  $q_0$ , называется холодопроизводительностью. Этой теплоте соответствует площадь 1-4-5-6 на диаграмме T-S, теплоте  $q_k$ , отведенной в окружающую среду конденсатором, соответствует площадь 2-3-5-6-2. Работе, затраченной на осуществление цикла, соответствует площадь 1-2-3-4,  $l_{ц} = q_{ц}$ .

Тепловой баланс такой холодильной установки:

$$q = q_0 + l_{ц} = q_0 + (l_k - l_d),$$



где  $l_K$  – работа сжатия в компрессоре;

$l_D$  – работа расширения в детандере.

Показателем энергетической эффективности холодильной установки служит холодильный коэффициент  $E$ , представляющий собой отношение холодопроизводительности к затраченной работе:

$$E = \frac{q_0}{l_{II}}$$

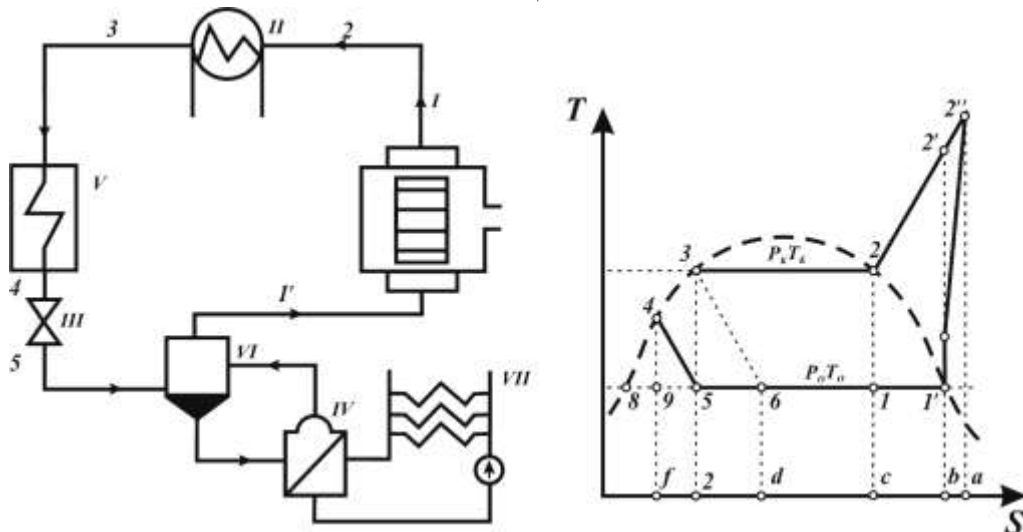


Рис. 2. Принципиальная схема и цикл одноступенчатой паровой компрессионной холодильной машины

На рис. 2 показаны схема и цикл в координатах  $T-S$  одноступенчатой действительной паровой компрессионной холодильной машины. Основные отличия действительного цикла от идеального сводятся к следующему:

1. С целью упрощения установки детандер заменяется регулирующим дроссельным вентилем III. Однако это приводит к тому, что процесс расширения идет не по адиабате 4-6, а при постоянной энтальпии  $h = const$  условно по линии 4-7. Вследствие этого уменьшается холодопроизводительность на величину, соответствующую площади а-б-7-в-а.
2. Процесс сжатия осуществляется не в области влажного пара, как это имело место в идеальном цикле по линии 8-3, а в области перегретого пара, и не по адиабате 1-2, а по политропе 1-2'. Вследствие этого происходит незначительное увеличение холодопроизводительности (на величину площади С-8-1-d-С), расход же энергии на сжатие увеличивается в большей степени (на площадь 1-2'-3-8-1). Но, тем не менее такое изменение цикла дает ряд положительных моментов: исключает возможности гидравлических ударов и компрессоре при сжатии влажного пара, уменьшает влияние вредного пространства, увеличивает коэффициент подачи и внутренний КПД компрессора (сухой ход), в схему установки вводится отделитель жидкости V.

3. С целью компенсации снижения холодопроизводительности за счет дросселирования вводится переохлаждение рабочего тела после конденсатора на участке 4-5 в переохладителе IV. Это учитывает холодопроизводительность на величину площади а-6-7-в-а. После переохлаждения конденсата процесс дросселирования изображается линией 5-6, а испарения линией 6-1.

В практике анализа циклов холодильных установок широкое применение получили диаграммы состояния рабочих тел в координатах  $h$ - $\lg P$ . На рис. 3 показан цикл той же установки, что и на рис. 2.

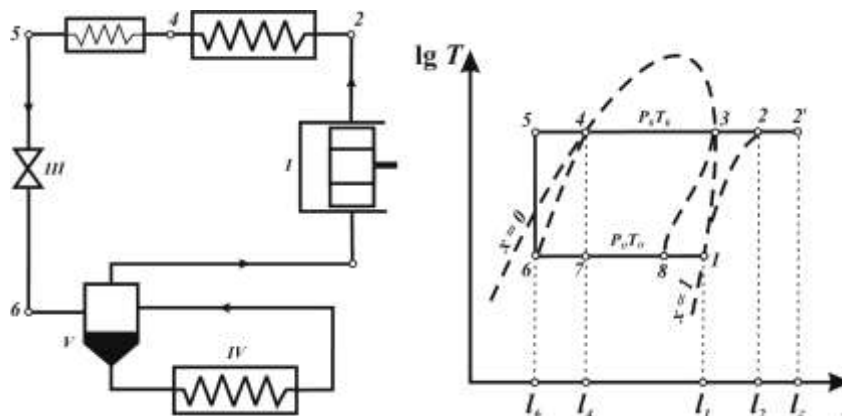


Рис. 3. Диаграммы состояния рабочих тел

Рассмотренная схема работы относится к более простым холодильным машинам невысокой холодопроизводительности для охлаждения до  $-10$  -  $-15^\circ\text{C}$ . Для получения более низких температур  $-40^\circ\text{C}$  и ниже применяются холодильные машины с компрессорами многоступенчатого сжатия или каскадные холодильные установки.

Для установки с одноступенчатым сжатием удельная холодопроизводительность  $q_0 = h_1 - h_6$  [кДж/кг].

Работа адиабатного сжатия  $l_A = h'_2 - h_1$ .

Теплота, отводимая в конденсаторе  $q_K = h'_2 - h_4$ .

Теплота, отводимая в переохладителе  $q_{ПО} = h_4 - h_5$ .

Теоретически холодильный коэффициент  $E_T = \frac{q_0}{l_A}$ .

Холодильный коэффициент цикла Карно, совершаемого в том же интервале температур

$$E_K = \frac{T_0}{T_K - T_0}.$$

Степень термодинамического совершенства  $\delta = \frac{E_T}{E_K}$ .

Удельная объемная холодопроизводительность

$$q = \frac{q_o}{V}, [\text{кДж/м}^3],$$

где  $V$  – удельный объем хладагента перед компрессором,  $\text{м}^3/\text{кг}$ .

Холодопроизводительность машины зависит главным образом от работы компрессора и его холодопроизводительности. Основной характеристикой компрессора является коэффициент подачи  $\lambda$ . Холодопроизводительность машины через производительность компрессора:

$$\Phi_o = q_v \cdot V_h \cdot \lambda, [\text{кВт}],$$

где  $V_h$  – объем, описываемый поршнем компрессора за секунду (рабочий объем),  $\text{м}^3$ .

Коэффициент подачи  $\lambda = \lambda_v \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{yT}$ .

Объемный коэффициент

$$\lambda_v = 1 - \alpha \left( \left( \frac{P_K}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right),$$

где  $\alpha$  – относительная величина вредного пространства (для малых компрессоров принимаем  $\alpha = 0,06$ );

$n$  – показатель политропы расширения (для герметичных компрессоров принимаем  $n = 0,9...1,1$ ).

Коэффициент подогрева  $\lambda_T = \frac{T_o}{T_K}$ .

Коэффициент утечки  $\lambda_{yT} = 0,95...0,95$ .

Для сравнения отдельных холодильных машин пользуются определенными номинальными температурными режимами. К таким режимам относятся нормальные и стандартные условия. Температура хладагента (фреонов) при нормальных и стандартных условиях принята соответственно:

- испарения  $t_o^H = t_1^H = -10^\circ\text{C}$  и  $t_o^C = t_1^C = -15^\circ\text{C}$ ;
- конденсации  $t_K^H = t_3^H = 25^\circ\text{C}$  и  $t_K^C = t_3^C = 30^\circ\text{C}$ ;
- перед дросселем  $t_5^C = 15^\circ\text{C}$  и  $t_5^C = 25^\circ\text{C}$ .

Соответственно и холодопроизводительность будет нормальной  $\Phi_O^H$  и стандартной  $\Phi_O^C$ . Холодопроизводительность при конкретных рабочих условиях называется рабочей  $\Phi_O^P$ . Сравниваем нормальной или стандартной холодопроизводительностей выявляется эффективность различных холодильных машин.

Нормальная и стандартная холодопроизводительность определяется из отношения их к рабочей холодопроизводительности:

$$\frac{\Phi_O^H}{\Phi_O^P} = \frac{q^H \cdot \lambda^H}{q_V^P \cdot \lambda^P}, \quad \frac{\Phi_O^C}{\Phi_O^P} = \frac{q_V^C \cdot \lambda^C}{q_V^P \cdot \lambda^P}.$$

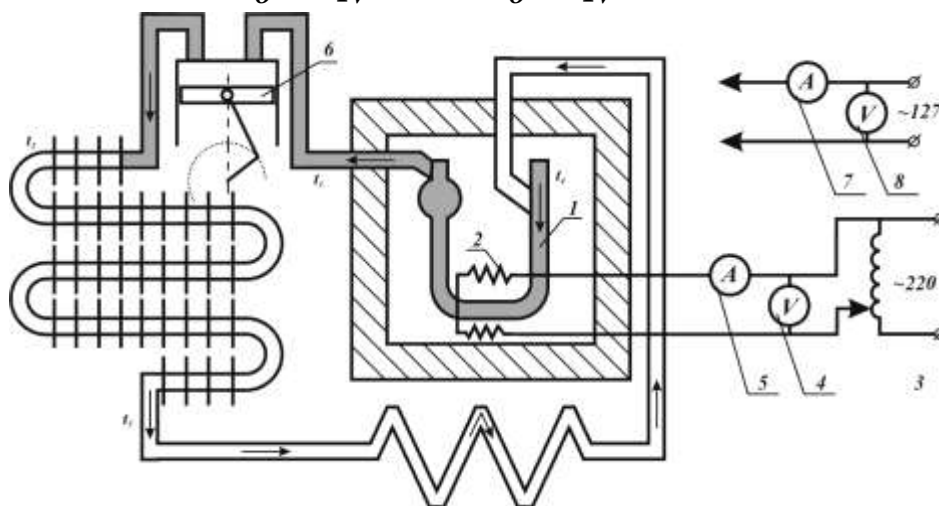


Рис. 4. Установка для изучения цикла холодильных машин

Описание экспериментальной установки. Установка для изучения цикла холодильных машин сделана на основе домашнего холодильника «Саратов». Схема установки показана на рис. 4. Для измерения температур рабочего тела используются термометры сопротивления в комплекте с двумя лагометрами и переключателями. Места установки термометров показаны на схеме. Необходимо тепlopоступление к рабочему телу в испарителе 1 обеспечивается ТЭНом 2, подсоединенным в сеть через ЛАТР 3. Мощность нагревателя определяется по показаниям вольтметра 4, амперметра 5. Мощность, потребляемая электродвигателем компрессора 6, замеряется амперметром 7 и вольтметром 8.

### Порядок выполнения работы

1. Изучить принцип действия компрессорной холодильной установки.
2. Ознакомится с конструкцией и схемой экспериментальной установки.
3. Заготовить таблицу под опытные данные.
4. Включить электродвигатель компрессора.
5. Установить режим (силу тока) нагревателя по указанию преподавателя.
6. При достижении установившегося режима (когда температуры не будут изменяться по времени) произвести запись опытных данных.

7. Установить следующий режим, дождаться установившегося процесса, записать опытные данные, выключить установку.
8. Составит отчет по прилагаемой форме.

### Обработка опытных данных

1. По полученным в опыте значениям температуры, а также по температуре при нормальных и стандартных условиях нанести циклы на диаграмму  $h$ - $lgP$ . Принять процесс сжатия адиабатным.
2. Выписать с диаграммы значения параметров  $t$ ,  $P$ ,  $V$ ,  $h$ ,  $S$ ,  $x$  основных состояний рабочего тела: **1, 2, 3, 4, 5, 6**. Данные свести в таблицу.
3. Построить в отчете циклы в координатах  $T$ - $S$  и  $h$ - $lgP$  без масштаба, указав значения основных параметров.
4. Произвести расчеты в соответствии с заданием.

Для данной лабораторной установки рабочая холодопроизводительность может быть определена по затраченной мощности электронагревателя:

$$\Phi_C^P = I_{НАГ} \cdot U_{НАГ} \cdot \eta,$$

где  $I_{НАГ}$ ,  $U_{НАГ}$  – сила тока и напряжение нагревателя;

$\eta$  – коэффициент, учитывающий теплоступления от окружающей среды.

Эффективный холодильный коэффициент данной установки

$$E_e = \frac{I_{НАГ} \cdot U_{НАГ}}{I_{ДВ} \cdot U_{ДВ}},$$

где  $I_{ДВ}$ ,  $U_{ДВ}$  – сила тока и напряжение электродвигателя компрессора.

### Задание

1. Определить теоретический холодильный коэффициент и степень термодинамического совершенства при нормальных, стандартных и рабочих условиях по данным диаграмм.
2. Определить холодопроизводительность при нормальных, стандартных и рабочих условиях через затраченную мощность.
3. Определить эффективный холодильный коэффициент данной установки.

### Содержание и оформление отчета

1. Общие положения (кратко изложить принцип действия холодильной машины).
2. Цель работы.

3. Задание.
4. Описание установки. Схема установки. Используемое оборудование.
5. Опытные данные:
  - сила тока электродвигателя  $I_{ДВ}$ , А;
  - напряжение  $U_{ДВ}$ , В;
  - сила тока нагревателя  $I_{НАГ}$ , А;
  - напряжение  $U_{НАГ}$ , В;
  - температура  $t_1, t_2, t_3, t_4$  и  $t_5$ , °С:
6. Обработка опытных данных.
7. Заключение.

### Контрольные вопросы

1. Какие вещества применяются в качестве рабочего тела в холодильных установках?
2. Из каких элементов состоит холодильная машина? Какой процесс осуществляется в каждом из них?
3. В чем сущность прямого и обратного термодинамического цикла? Какой цикл положен в основу работы холодильных машин?
4. Какие основные процессы необходимы для осуществления этих процессов?
5. Что такое холодильный коэффициент? Каково его содержание?
6. Почему второй закон термодинамики является основой работы холодильных машин?
7. Изобразить цикл паровой компрессионной холодильной установки в координатах  $T-S$ ,  $h-lgP$ . Назвать процессы цикла и состояния рабочего тела в характерных точках.

### 3.4 Практические занятия

Практические занятия проводятся после изучения теоретического материала по теме, и служат для закрепления полученных знаний, освоения умений и направлены на формирование установленных учебным планом компетенций.

Тематика практических занятий связана с рассматриваемым теоретическим лекционным материалом.

Оформление отчётов по практическим занятиям.

Отчёт должен оформляться на листах формата А 4 или в тетради для практических занятий и содержать:

1. Тему занятия (работы).
2. Цель занятия
3. Задание для исполнения.
4. Выполненные задания.
5. Выводы.

### **Пример практического занятия на тему: «Тепловой расчет холодильной машины»**

**Цель работы:** необходимо произвести тепловой расчёт холодильной машины, а затем на основании расчетов подобрать марку холодильной машины.

Подбор холодильной машины и агрегатов производится одним из трех методов:

- по описанному объему компрессора, входящего в состав компрессорно-конденсаторного агрегата (машины);
- по графикам холодопроизводительности компрессорно-конденсаторного агрегата (машины);
- по табличным значениям холодопроизводительности компрессорно-конденсаторного агрегата (машины), приводимым в технической характеристике изделия.

Первый метод алогичен тому, который используют для расчета одноступенчатого компрессора: определяют требуемый объем описанный поршнями и компрессора соответствующий формуле.

$$Q_o = V \cdot g_v,$$

где  $Q_o$  – холодопроизводительность машины, Вт;

$V$  – действительный объем пара, всасываемого компрессором, м<sup>3</sup>/ч;

$g_v$  – объемная холодопроизводительность, Дж/м<sup>3</sup>.

Действительный объем всасываемого пара можно выразить через объем, описываемый поршнем  $V_h$ .

$$V = \lambda \cdot V_h,$$

где  $\lambda$  – коэффициент подачи компрессора.

Объем, описываемый поршнем, одноцилиндрового компрессора

$$V_h = \frac{\pi d^2}{4} \cdot S \text{ м}^3,$$

где  $d$  – диаметр цилиндра, м;

$S$  – ход поршня, м.

Тогда,

$$Q_o = \lambda \cdot V_h \cdot g_v.$$

Затем по табличным данным технических характеристик подбирают агрегат или несколько агрегатов (машин) таким образом, чтобы фактическое значение объема, описанного поршнем (или сумма объемов нескольких агрегатов), было на 20-30% больше полученного расчетом.

Подбор компрессорного – конденсаторного агрегата (машины) вторым методом производят по графикам, на которых даны холодопроизводительность и потребляемая мощность в функции от температур кипения  $t_0$ , конденсации  $t_K$  либо (для холодильных машин) от температуры хладоносителя на выходе из испарителя  $t_{P2}$  и температуры охлаждающей воды на входе в конденсатор  $t_{ВД1}$ . Такие графики получают в результате заводских и лабораторных испытаний холодильных машин и агрегатов.

При подборе компрессорно-конденсаторного агрегата холодильной машины мною был выбран третий метод, при котором необходимо предварительно холодопроизводительность, рассчитанную для рабочих условий, привести к условиям, при которых она приводится в таблице характеристик.

Указанный способ можно использовать для подбора компрессорных агрегатов, для которых холодопроизводительность дается в зависимости от температур кипения  $t_0$  и  $t_K$ . Холодопроизводительность приводим к стандартным температурным условиям, которые для фреоновых машин составляют  $t_0 = -15^\circ\text{C}$ ;  $t_K = 30^\circ\text{C}$ ;  $t_{bc} = 20^\circ\text{C}$ ;  $t_{II} = 25^\circ\text{C}$ .

### Выбор параметров термодинамического цикла

Средняя температура воды температура –  $t_w = 20^\circ\text{C}$ .

Температура кипения хладагента:

$$t_0 = t_B - 10^\circ\text{C} = 3 - 10^\circ\text{C} = -7^\circ\text{C}.$$

где  $t_B = 3^\circ\text{C}$  – температура воздуха в камере.

Температура холодильного агента перед регулирующим вентилем

$$t_{p.в.} = t_w + 4^\circ\text{C} = 20 + 4^\circ\text{C} = 24^\circ\text{C}.$$

Температура конденсации:

$$t_K = t_w + 10^\circ\text{C} = 20 + 10^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C},$$

где  $10^\circ\text{C}$  – перегрев пара составляет.

Перегрев паров, всасываемых компрессором:

$$t'_1 = t_0 + \Delta t_{sc} = -7 + 20^\circ\text{C} = 13^\circ\text{C}.$$

Определяем параметры хладагента в характерных точках по диаграмме  $i - \lg P$ .



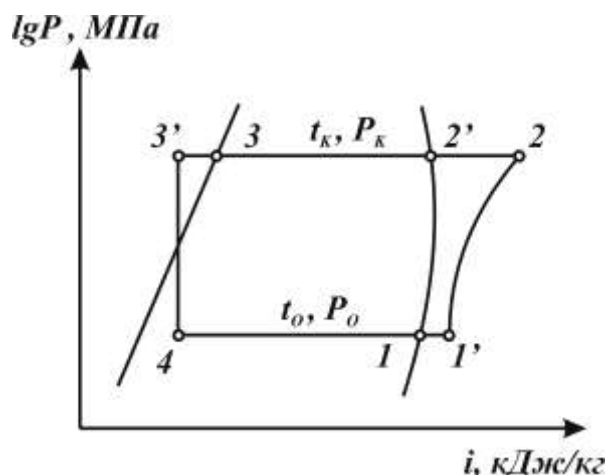


Рис.1. График  $q_{F_{BH}} = f(T)$  к расчету горизонтального кожухотрубного испарителя.

Точка 1'	$P' = 0,30$ МПа, $i'_1 = 560$ кДж/кг;
Точка 1	$P = 0,28$ МПа, $i_1 = 550$ кДж/кг;
Точка 2	$P = 0,8$ МПа, $i_2 = 587$ кДж/кг;
Точка 2'	$P' = 0,8$ МПа, $i'_2 = 572$ кДж/кг;
Точка 3	$P = 0,8$ МПа, $i_3 = 430$ кДж/кг;
Точка 3'	$P' = 0,8$ МПа, $i'_3 = 420$ кДж/кг;
Точка 4	$P' = 0,28$ МПа, $i_4 = 420$ кДж/кг.

Энтальпию точки 3' находим из уравнения теплового баланса, пренебрегая потерями теплоты в окружающую среду:

$$i'_3 = i_3 + i'_1 - i_1 = 430 - 560 + 550 = 420 \text{ кДж/кг.}$$

Откуда: удельная массовая холодопроизводительность

$$g_o = i'_1 - i_4 = 560 - 420 = 140 \text{ кДж/кг.}$$

Удельная работа сжатия

$$l_u = i_2 - i_1 = 587 - 550 = 37 \text{ кДж/кг}$$

Удельный объем всасываемого пара (точка 1):

$$v_1 = 0,075 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Массовый расход пар:

$$M = \frac{Q_o}{i'_1 - i_4} = \frac{27,2}{140} = 0,18 \text{ кг/с.}$$

где  $Q_o$  – холодопроизводительность компрессора, принимаем  $Q_o = 27,2$  кВт.

Объемная подача компрессора

$$V_g = M \cdot v_1 = 0,18 \cdot 0,075 = 0,014 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Описываемый объем компрессора:

$$v = \frac{V_g}{\lambda},$$

где  $\lambda$  – коэффициент подачи компрессора, находится в зависимости от отношения и определяется по графику в соответствии:

$$\frac{P_k}{P_o} = \frac{0,8}{0,3} = 2,7 \rightarrow \lambda = 0,69.$$

Тогда теоретическая объемная подача компрессора:

$$V_T = \frac{0,014}{0,69} = 0,02 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Теоретическая мощность компрессора.

$$N_T = M(i_2 - i_1) = 0,18(587 - 550) = 6,7 \text{ кВт}.$$

Действительная индикаторная мощность компрессора:

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i},$$

где  $\eta_i$  – индикаторный КПД, принимаем равным 0,82.

$$N_i = \frac{6,7}{0,85} = 7,9 \text{ кВт}.$$

Эффективная мощность на валу компрессора:

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} = \frac{7,9}{0,92} = 8,6 \text{ кВт}.$$

$\eta_m$  - механический КПД – 0,9.

Тепловой поток в конденсаторе:

$$Q_K = Q_o + N_i = 27,2 + 8,6 = 35,8 \text{ кВт}.$$

### **Выбор компрессорно – конденсаторного агрегата**

Для обеспечения необходимой холодопроизводительности принимаем двухступенчатый компрессорно-конденсаторный агрегат марки К-22ФУ45-II со следующими техническими характеристиками:

Диапазон работы по температуре, °С кипения  $t_0 = +5 \dots - 40$   
конденсации  $t_k$  не более 40

Холодопроизводительность  $Q_0$  – 36,1 кВт

Электрическая мощность, кВт – 11,8 кВт

Тип (марка) компрессора – АУ45

Мощность электродвигателя, кВт – 22

Габаритные размеры, мм Д х Ш х В – 1435x860x785

Масса, кг – 650

Расход охлаждающей воды, м<sup>3</sup>/ч, – 0,3

Холодильный агент – фреон.

### **3.5. Тестовые задания**

По дисциплине «Технологически энергоносители и системы» предусмотрено проведение следующих видов тестирования: письменное.

Письменное тестирование рассматривается как рубежный контроль успеваемости и проводится после изучения определенного раздела дисциплины.

Результаты тестирования учитываются при проведении рубежного контроля, если обучающийся сдал тестовое задание на «хорошо» и «отлично», то он освобождается от вопросов по данному материалу при сдаче рубежного контроля.

**Пример тестового задания:**

Задание {{1}} ТЗ № 1 -2; КТ = ; МТ = ;

S: Растворы солей в воде (рассолы) в низкотемпературной технологии используются в качестве ###

+: хладоносителя

Задание {{2}} ТЗ № 1 - 2; КТ = ; МТ = ;

S: В атмосферном воздухе содержится около ### % кислорода

+: 21

Задание {{3}} ТЗ № 1 - 3; КТ = ; МТ = ;

S: Материальный баланс технологической установки составляется с целью определения следующих показателей

+: расхода сырья

+: расхода целевого продукта

-: степени безотходности производства

-: расхода топлива

-: расхода теплоносителей

Задание {{4}} ТЗ № 1 - 3; КТ = ; МТ = ;

S: Энергетический баланс технологической установки составляется с целью определения следующих показателей

+: годового потребления топлива

-: годового производства продукции

+: расхода охлаждающей воды

+: коэффициента тепловой эффективности установки

-: величину транспортного потока

Задание {{5}} ТЗ № 1 - 3; КТ = ; МТ = ;

S: Приходная часть теплового баланса энергоснабжающей установки состоит из следующих статей

+: химическая теплота топлива

+: теплота с воздухом, необходимого для сжигания топлива

+: теплота с сырьевыми потоками

-: теплота с дымовыми газами

-: теплота в окружающую среду

Задание {{6}} ТЗ № 1 - 3; КТ = ; МТ = ;

S: Количество сырья, необходимое для получения заданного количества целевого продукта находится из уравнения ### баланса

+ : материального

Задание {{7}} ТЗ № 1 - 3; КТ = ; МТ = ;

S: Расход топлива, необходимый для получения заданного количества энергоносителей определяется из уравнения ### баланса

+ : энергетического

+ : теплового

Задание {{8}} ТЗ № 1 - 3; КТ = ; МТ = ;

S: Если с течением времени параметры входящих и выходящих потоков в энергоснабжающую установку не изменяются, такой режим работы называется ###.

+ : стационарным

Задание {{9}} ТЗ № 1 - 4; КТ = ; МТ = ;

S: Водяные пары образуются в дымовых газах при сгорании ###

+ : водорода

Задание {{10}} ТЗ № 1 -4; КТ = ; МТ = ;

S: Температура горения топлива зависит от следующих факторов

+ : состава топлива

+ : температуры подаваемого на горение воздуха

- : высоты дымовой трубы расхода сырья

+ : коэффициента избытка воздуха

+ : конструкции топливо сжигающего устройства

### **3.6.Рубежный контроль**

#### **Вопросы рубежного контроля № 1**

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Значение энергетического хозяйства промышленного предприятия.
2. Задачи энергетического хозяйства предприятия.
3. Структура и функции энергетического хозяйства предприятия.
4. Организационная структура энергетического хозяйства.
5. Характеристики энергетических цехов предприятия.
6. Энергоносители. Виды, классификация и характеристики.
7. Графики нагрузок по энергоносителям.
8. Способы выравнивания неравномерности графиков.
9. Техничко-экономические расчеты систем энергообеспечения.
10. Системы промышленного холодоснабжения.
11. Потребители искусственного холода.
12. Способы производства искусственного холода.

13. Изучение работы холодильной установки.
14. Обратный цикл Карно.
15. Виды систем охлаждения.
16. Способы отвода теплоты от потребителей холода.
17. Системы технологического водоснабжения предприятий.
18. Назначение систем технологического водоснабжения предприятий.
19. выбор источников водоснабжения.
20. Водопроводные системы предприятий.
21. Классификация систем водоснабжения предприятий.
22. Схемы систем производственного водоснабжения.
23. Состав систем технического водоснабжения промышленного предприятия.
24. Составление материального и теплового балансов.
25. Основы расчета холодильных установок.

#### *Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Выбор параметров и построение процессов в теоретической парокомпрессионной холодильной установке на T-S и p-I – диаграммах.
2. Гигиенические критерии качества восстановленной воды при ее использовании в системах технического водоснабжения.
3. Состав систем технического водоснабжения промышленного предприятия.

#### **Вопросы рубежного контроля № 2**

#### *Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Прямоточные системы водоснабжения и их характеристики.
2. Системы с повторным использованием воды.
3. Обратная схем технического водоснабжения.
4. Бессточные системы технического водоснабжения.
5. Тепловой расчет холодильной машины.
6. Системы воздухообеспечения промышленных предприятий.
7. Применение сжатого воздуха.
8. Требования к качеству сжатого воздуха.
9. Очистка сжатого воздуха.
10. Отделение влаги сжатого воздуха.
11. Сушка с охлаждением.
12. Адсорбция сжатого воздуха.
13. Фильтрация сжатого воздуха.
14. технология производства сжатого воздуха.
15. Получение и распределение сжатого воздуха.
16. потребление сжатого воздуха на промышленных предприятиях.

17. Тип, характер и разветвлённость воздушных сетей предприятия.
18. Гидравлический расчет воздухопроводов.
19. Расчет насосной установки.
20. Определение параметров воздуха с помощью I-d диаграммы

*Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Водозаборные сооружения и очистные сооружения
2. Охлаждающие устройства, трубопроводы и запорная арматура.

**Вопросы рубежного контроля № 3**

*Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях*

1. Анализ систем воздухоснабжения предприятий.
2. Комплекс необходимых мероприятий по модернизации системы снабжения сжатым воздухом.
3. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха.
4. Гидравлический расчет воздухопроводов.
5. Основы расчета компрессорных машин.
6. Системы топливоснабжения промышленных предприятий.
7. Топливоснабжение при твёрдом топливе.
8. Топливоснабжение предприятий жидким топливом
9. Классификация газопроводов.
10. Режимы потерь газа.
11. Расчет процесса горения газа.
12. Расчетные часовые расходы газа.
13. Устройство газопроводов низкого и среднего давления.
14. Расчет процесса горения топлива.
15. Получение промышленного газа из твердого и жидкого топлива.
16. Транспортировка газа потребителю.
17. Расчет теплофизических показателей газообразных теплоносителей.
18. Источники и потребители тепловой энергии.

*Вопросы для самостоятельного изучения*

1. Характеристика потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения. Графики и режимы потребления.

**3.7. Промежуточная аттестация**

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника установлена промежуточная аттестация в виде экзамена.

Расчетные задания к экзаменационному билету не прилагаются.

### **Вопросы, выносимые на экзамен**

1. Значение энергетического хозяйства промышленного предприятия.
2. Задачи энергетического хозяйства предприятия.
3. Структура и функции энергетического хозяйства предприятия.
4. Организационная структура энергетического хозяйства.
5. Характеристики энергетических цехов предприятия.
6. Энергоносители. Виды, классификация и характеристики.
7. Графики нагрузок по энергоносителям.
8. Способы выравнивания неравномерности графиков.
9. Техничко-экономические расчеты систем энергообеспечения.
10. Системы промышленного холодоснабжения.
11. Потребители искусственного холода.
12. Способы производства искусственного холода.
13. Изучение работы холодильной установки.
14. Обратный цикл Карно.
15. Виды систем охлаждения.
16. Способы отвода теплоты от потребителей холода.
17. Системы технологического водоснабжения предприятий.
18. Назначение систем технологического водоснабжения предприятий.
19. выбор источников водоснабжения.
20. Водопроводные системы предприятий.
21. Классификация систем водоснабжения предприятий.
22. Схемы систем производственного водоснабжения.
23. Состав систем технического водоснабжения промышленного предприятия.
24. Составление материального и теплового балансов.
25. Основы расчета холодильных установок
26. Выбор параметров и построение процессов в теоретической парокомпрессионной холодильной установке на T-S и p-I – диаграммах.
27. Гигиенические критерии качества восстановленной воды при ее использовании в системах технического водоснабжения.
28. Состав систем технического водоснабжения промышленного предприятия.
29. Прямоточные системы водоснабжения и их характеристики.
30. Системы с повторным использованием воды.
31. Обратная схем технического водоснабжения.
32. Бессточные системы технического водоснабжения.

33. Тепловой расчет холодильной машины.
34. Системы воздухообеспечения промышленных предприятий.
35. Применение сжатого воздуха.
36. Требования к качеству сжатого воздуха.
37. Очистка сжатого воздуха.
38. Отделение влаги сжатого воздуха.
39. Сушка с охлаждением.
40. Адсорбция сжатого воздуха.
41. Фильтрация сжатого воздуха.
42. технология производства сжатого воздуха.
43. Получение и распределение сжатого воздуха.
44. потребление сжатого воздуха на промышленных предприятиях.
45. Тип, характер и разветвленность воздушных сетей предприятия.
46. Гидравлический расчет воздухопроводов.
47. Расчет насосной установки.
48. Определение параметров воздуха с помощью I-d диаграммы
49. Водозаборные сооружения и очистные сооружения
50. Охлаждающие устройства, трубопроводы и запорная арматура.
51. Анализ систем воздухообеспечения предприятий.
52. Комплекс необходимых мероприятий по модернизации системы снабжения сжатым воздухом.
53. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха.
54. Гидравлический расчет воздухопроводов.
55. Основы расчета компрессорных машин.
56. Системы топливоснабжения промышленных предприятий.
57. Топливоснабжение при твердом топливе.
58. Топливоснабжение предприятий жидким топливом
59. Классификация газопроводов.
60. Режимы потребления газа.
61. Расчет процесса горения газа.
62. Расчетные часовые расходы газа.
63. Устройство газопроводов низкого и среднего давления.
64. Расчет процесса горения топлива.
65. Получение промышленного газа из твердого и жидкого топлива.
66. Транспортировка газа потребителю.
67. Расчет теплофизических показателей газообразных теплоносителей.
68. Источники и потребители тепловой энергии.
69. Характеристика потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения. Графики и режимы потребления.

**Образец экзаменационного билета:**



Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО Саратовский Государственный Аграрный Университет  
им. Н.И. Вавилова

Кафедра «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение»  
Экзаменационный билет № 5

По дисциплине «Технологические энергоносители и системы»

1. Системы топливоснабжения. Твердое топливо.
2. Тепловой расчет холодильной машины.
3. Классификация газопроводов.

Зав. кафедрой, профессор

Дата  
Абдразаков Ф.К.

### **3.7.1 Промежуточная аттестация (курсовая работа)**

Курсовая работа направлена на освоение навыков самостоятельной работы с нормативными документами, расчета и проектирования системы холодоснабжения предприятия.

Работа выполняется в соответствии с действующими нормами и стандартами, включает графическую часть и пояснительную записку.

*Содержание пояснительной записки:*

Задание

Введение

1. Определение размеров холодильной камеры
2. Расчет толщины теплоизоляционного слоя холодильной камеры
3. Расчет теплопритоков в холодильную камеру
4. Тепловой расчет холодильной машины
5. Выбор и расчет компрессора, конденсатора, испарителя
6. Расчет вспомогательного оборудования

Заключение

Литература

#### **Требования к оформлению пояснительной записки**

Объем не менее 20, но не более 50 стр. формата А4. Поля: левое – 30 мм, правое – 15, верхнее – 20, нижнее – 20 мм. Основной текст – шрифт TimesNewRoman, кегль 14. Заголовки – по центру, прописной полужирный шрифт TimesNewRoman, кегль 14. Раздел «Список литературы» – TimesNewRoman, кегль 12. Интервал: между строками – 1,5; между заголовками и текстом – 1; абзацный отступ – 1,25 см. Выравнивание основного текста – по ширине. Переносы не

допускаются. Нумерация страниц – середина нижнего поля. Нумерация начинается с третьей страницы.

В тексте пояснительной записки:

- единицы физических величин должны соответствовать системе СИ; допускается использование несистемных единиц, которые располагают рядом в круглых скобках;

- не допускается применять произвольные словообразования и сокращения слов, кроме установленных правилами орфографии и соответствующими стандартами по ГОСТ 2.316;

- не допускается применять без числовых значений математические знаки, например  $>$  (больше),  $<$  (меньше),  $=$  (равно),  $\geq$  (больше или равно),  $\leq$  (меньше или равно), а также знаки № (номер), % (процент).

Формулы в тексте должны иметь расшифровку. Значение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа дадут с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле.

Курсовая работа должна быть сброшюрована. Первая страница обложки оформляется титульным листом. Второй страницей прилагается задание на курсовую работу.

Ход выполнения курсовой работы контролируется преподавателем в течение семестра. При проведении рубежных контролей обязательно оценивается и выполненная часть курсовой работы. Выявленные ошибки фиксируются преподавателем для последующего исправления обучающимся.

Выполненная курсовая работа подлежит окончательной проверке преподавателем, руководящим курсовым проектированием, и защите в комиссии. Комиссия состоит из заведующего кафедрой или его заместителя, ведущего преподавателя и руководителя курсового проектирования. Защита предполагает собеседование по вопросам, изложенным в курсовой работе. На защите работы могут присутствовать другие обучающиеся и преподаватели.

### **Задание на курсовую работу:**

**ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет**

**им. Н.И. Вавилова**

**факультет инженерии и природообустройства**

Направление Б-ТТ профиль \_\_\_\_\_

Кафедра «Строительство, ТГС и энергообеспечение»

Задание № \_\_\_\_\_

По курсовому проектированию студенту \_\_\_\_\_

курса \_\_\_\_\_

1. Тема проекта: «Проект системы холодоснабжения для холодильного склада продукции»

2. Исходные данные к работе:

Продукция, закладываемая на хранение	Масса продукции, закладываемой на хранение G, т	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_b, ^\circ\text{C}$	Теплоизоляционный материал

3. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

3.1. Определение размеров холодильной камеры

3.2. Расчет толщины теплоизоляционного слоя холодильной камеры

3.3. Расчет теплопритоков в холодильную камеру

3.4. Тепловой расчет холодильной машины

3.5. Выбор и расчет компрессора, конденсатора, испарителя

3.6. Расчет вспомогательного оборудования

4. Перечень графического материала

4.1. Цикл работы холодильной машины в P-h координатах (диаграмма холодильного агента)

4.2. Схема холодильной установки (на листе А1)

#### 5. Список литературы:

1. Проектирование систем холодоснабжения: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Технологические энергоносители и системы» для студентов направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Спиридонова Е.В., О.В. Наумова, Б.П. Чесноков, - Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2016 - 60 с.

2. **Чесноков, Б.П.** Холодильные машины и установки. Ч.2 «Холодильные агрегаты, холодильные машины»: Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию / Б.П. Чесноков, О.Г. Брюнина, - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2004 - 60с.

3. **Чесноков, Б.П.** Холодильные машины и установки. Ч.1 «Компрессоры». Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию / Б.П. Чесноков, О.Г. Брюнина. - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2002 - 56с.

4. **ПБ 09-592-03.** Правила устройства и безопасной эксплуатации холодильных систем.

5. **ПБ 09-595-03.** Правила безопасности аммиачных холодильных установок.

6. **СП 109.13330.2012.** Холодильники. Актуализированная редакция СНиП 2.11.02-87 (с Изменением N 1).

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Срок сдачи студентом законченного проекта \_\_\_\_\_

Руководитель проекта \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

Примерный план выполнения и краткое описание глав курсовой работы представлены в Методических указаниях по выполнению курсовой работы по дисциплине «Технологические энергоносители предприятий» (приложение 4).

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний,**

**умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

**4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков  
и (или) опыта деятельности**

Контроль результатов обучения студентов, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Технологические энергоносители и системы» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей и контроля самостоятельной работы

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины.

**4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта  
деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в  
процессе освоения образовательной программы**

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 6.

Таблица 6

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)	Описание
<i>высокий</i>	«отлично»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
<i>базовый</i>	«хорошо»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
<i>пороговый</i>	«удовлетворительно»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)	Описание
		предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«неудов-летвори-тельно»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

#### 4.2.1. Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

**знания:** методы расчета инженерных систем технологических энергоносителей; основные направления развития систем технологических энергоносителей, элементы этих систем, современное оборудование систем технологических энергоносителей промышленных предприятий;

**умения:** применять основные нормативы и правила при проектировании систем технологических энергоносителей, разрабатывать эффективные технические решения по расчетам и проектированию систем технологических энергоносителей, разрабатывать проектную техническую документацию, соответствующую стандартам, техническим условиям или другим нормативным документам.

**владение навыками:** современных методов проектирования и расчета систем технологических энергоносителей промышленных предприятий.

#### Критерии оценки

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: - знание материала: методы расчета инженерных систем технологических энергоносителей; основные направления развития систем технологических энергоносителей, элементы этих систем,
----------------	---

	<p>современное оборудование систем технологических энергоносители промышленных предприятий</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умение применять основные нормативы и правила при проектировании систем технологических энергоносителей, разрабатывать эффективные технические решения по расчетам и проектированию систем технологических энергоносителей, разрабатывать проектную техническую документацию, соответствующую стандартам, техническим условиям или другим нормативным документам.</li> </ul>
<b>хорошо</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание материала, но допускает не существенные неточности;</li> <li>- в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы, умение выполнять гидравлический и тепловой расчет; подбирать технологическое оборудование с высоким к.п.д. работы; определять расчетные расходы в системах технологических энергоносителей;</li> <li>- в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками современных методов проектирования и расчета систем технологических энергоносителей промышленных предприятий.</li> </ul>
<b>удовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала;</li> <li>- в целом успешное, но не системное умение выполнять гидравлический и тепловой расчет; подбирать технологическое оборудование с высоким к.п.д. работы; определять расчетные расходы в системах технологических энергоносителей;</li> <li>- в целом успешное, но не системное владение навыками современных методов проектирования и расчета систем технологических энергоносителей промышленных предприятий</li> </ul>
<b>неудовлетворительно</b>	<p>обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале: методы расчета инженерных систем технологических энергоносителей; основные направления развития систем технологических энергоносителей, элементы этих систем, современное оборудование систем технологических энергоносители промышленных предприятий;</li> <li>- не умеет использовать методы и приемы при решении инженерных задач, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</li> <li>- обучающийся не владеет навыками современных методов проектирования и расчета систем технологических энергоносителей и систем промышленных предприятий, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу.</li> </ul>

#### 4.2.2. Критерии оценки доклада

При подготовке доклада обучающийся демонстрирует:

**знания:** составления доклада согласно требованиям;

**умения:** работать с научной и технической литературой;

**владение навыками:** четко отражать актуальность, рассматриваемой темы и проанализировав ее, **делать** выводы по возможным способам решения.

#### Критерии оценки доклада

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: знания составления доклада согласно требованиям; умения работать с научной и технической литературой по рассматриваемой теме; навыки четко отражать актуальность, рассматриваемой темы и проанализировав ее, делать выводы по возможным способам решения.
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: знания составления доклада согласно требованиям, но допускаются неточности; умения работать с научной и технической литературой навыки четко отражать актуальность, рассматриваемой темы и проанализировав ее, делать выводы по возможным способам решения, которые требуют небольшого дополнения.
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: знания составления доклада, которые в большей части не соответствуют требованиям; умения в недостаточной степени работать с научной и технической литературой по рассматриваемой теме; навыки четко отражать актуальность, которая изложена с серьезными упущениями, и проанализировав ее, делать выводы по возможным способам решения.
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: не знание основных требований составления доклада; не умеет работать с научной и технической литературой по рассматриваемой теме; не владеет навыками четко отражать актуальность, рассматриваемой темы и проанализировав ее, делать выводы по возможным способам решения.

#### 4.2.3. Критерии оценки лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ обучающийся демонстрирует:

**знания:** теоретического материала по теме работы

**умения:** делать обоснованные выводы на основании проведенных испытаний и расчетов

**владение навыками:** работы с имеющимся оборудованием, проведения расчетов, необходимых по данной лабораторной работе.

### Критерии оценки выполнения лабораторных работ

<b>отлично</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполненную лабораторную работу в соответствии с установленной формой отчета, полноту ответов на контрольные вопросы, выводы по работе;</li> </ul> <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями техники безопасности по работе с оборудованием, теоретическим материалом по теме работы, знанием правильного выполнения расчётов и построения необходимых диаграмм;</li> </ul> <p>имеет навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельного проведения лабораторной работы, расчетов, по описанным в лабораторной работе методикам.</li> </ul>
<b>хорошо</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполненную лабораторную работу в соответствии с установленной формой отчета, ответы на контрольные вопросы, выводы по работе;</li> </ul> <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями техники безопасности по работе с оборудованием, теоретическим материалом по теме работы, знанием правильного выполнения расчётов и построения необходимых диаграмм;</li> </ul> <p>имеет навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведения лабораторной работы, расчетов, по описанным в лабораторной работе методикам.</li> </ul>
<b>удовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполненную лабораторную работу, ответы на контрольные вопросы, выводы по работе;</li> </ul> <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями техники безопасности по работе с оборудованием, знанием правильного выполнения расчётов и построения необходимых диаграмм;</li> </ul> <p>имеет навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведения расчетов, по описанным в лабораторной работе методикам.</li> </ul>
<b>неудовлетворительно</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- небрежно выполненную лабораторную работу в неполном объеме, отсутствие обработки данных и выводов</li> </ul> <p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями техники безопасности по работе с оборудованием.</li> </ul>

#### 4.2.4. Критерии оценки выполнения тестовых заданий

##### Критерии оценки выполнения тестовых заданий

<b>отлично</b>	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильные ответы на 9-10 вопросов</li> </ul>
----------------	--



хорошо	обучающийся демонстрирует: - правильные ответы на 7-8 вопросов
удовлетворительно	обучающийся демонстрирует: - правильные ответы на 5-6 вопросов
неудовлетворительно	обучающийся демонстрирует: - правильные ответы менее 5 вопросов

#### 4.2.5. Критерии оценки практических работ

При выполнении практических работ обучающийся демонстрирует:

**знания:** основных нормативов и правил при расчетах систем технологических энергоносителей, а также основных нормативных документов; нормативной базы в области инженерных изысканий при проектировании объектов профессиональной деятельности.

**умения:** применять основные нормативы и правила при проектировании систем технологических энергоносителей, разрабатывать эффективные технические решения по расчетам и проектированию систем технологических энергоносителей, разрабатывать проектную техническую документацию, соответствующую стандартам, техническим условиям или другим нормативным документам.

**владение навыками:** работы с современными информационными технологиями в области инженерных изысканий, специальной терминологией, содержащейся и используемой в практической деятельности; методами гидравлического и теплового расчета систем технологических энергоносителей; современными методами проектирования систем технологических энергоносителей.

#### Критерии оценки выполнения практических работ

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: - полные ответы на вопросы преподавателя в соответствии с планом практического занятия и показывает при этом глубокое овладение лекционным материалом, знание соответствующей литературы, делать самостоятельные обобщения и выводы, правильно выполняет учебные задачи.
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: - логическое изложение материала, обоснованное фактами, со ссылками на соответствующие нормативные документы и литературные источники, освещение вопросов завершено выводами, обучающийся обнаружил умение выполнять учебные задания. Но в ответах допущены неточности, некоторые незначительные ошибки, имеет место недостаточная аргументированность при изложении материала, четко выраженное отношение обучающегося к фактам и событиям или допущены 1-2 арифметические и 1-2 логические ошибки при решении задач

<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: – овладел сутью вопросов по данной теме, обнаруживает знание лекционного материала, и учебной литературы, пытается делать выводы и решать задачи. Но на занятии ведет себя пассивно, отвечает только по вызову преподавателя, дает неполные ответы на вопросы, допускает грубые ошибки при освещении теоретического материала или 3-4 ошибки при решении задач.
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся: – обнаружил несостоятельность осветить вопрос, бессистемно, с грубыми ошибками; отсутствуют понимания основной сути вопросов, выводы, обобщения, обнаружено неумение решать задачи.

#### **4.2.6. Критерии оценки курсовой работы при промежуточной аттестации**

При представлении к защите курсовой работы обучающийся демонстрирует:

**знания:** систем холодоснабжения, элементы этих систем; схемы и устройство систем холодоснабжения их основное и вспомогательное оборудование; основной нормативной документации, регламентирующей проектирование систем холодоснабжения;

**умения:** определять толщину теплоизоляционного слоя; выполнять расчет теплопритоков в холодильную камеру; производить тепловой расчет холодильной камеры; подбирать основное и вспомогательное оборудование системы холодоснабжения на основании произведенных расчетов;

**владение навыками:** в решении научно-практических инженерных задач по рациональному проектированию систем холодоснабжения, являющихся одним из видов систем технологических энергоносителей.

#### **Критерии оценки курсовой работы**

<b>отлично</b>	обучающийся демонстрирует: правильность проектирования, соответствие действующим нормативным требованиям; аккуратность и грамотность оформления пояснительной записки и графических материалов; умение объяснять, обосновывать и защищать разработанные решения.
<b>хорошо</b>	обучающийся демонстрирует: правильность проектирования, соответствие действующим нормативным требованиям (выявленные ошибки своевременно устранены); в целом аккуратность и грамотность оформления пояснительной записки и графических материалов, но имеются некоторые нарушения в оформлении; умение объяснять, обосновывать и защищать разработанные решения.
<b>удовлетворительно</b>	обучающийся демонстрирует: незначительные ошибки в правильности проектирования, соответствие действующим нормативным требованиям (выявленные ошибки устранены)

	после повторной проверки); в целом аккуратность и грамотность оформления пояснительной записки и графических материалов, но имеются неточности и нарушения в оформлении; поверхностное умение объяснять, обосновывать и защищать разработанные решения.
<b>неудовлетворительно</b>	обучающийся: выполнил работу с ошибками, что не соответствует действующим нормативным требованиям (выявленные ошибки не устранены после повторной проверки); не аккуратно и с нарушениями в оформлении пояснительной записки и графических материалов; не может объяснить, обосновать и защитить разработанные решения

**Разработчики:** *доцент Сивицкий Д.В.*



\_\_\_\_\_  
(подпись)