

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники



Небольсин В.А.

«17» января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Монтаж и эксплуатация систем холодоснабжения»

Направление подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

**Профиль Технологические системы жизнеобеспечения АЭС и
промышленных предприятий**

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Автор программы _____  О.В. Калядин

Заведующий кафедрой
Твердотельной электроники _____  В.А. Небольсин

Руководитель ОПОП _____  О.В. Калядин

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование у обучающихся системных знаний и практических навыков в области монтажа, наладки, технического обслуживания и безопасной эксплуатации систем холодоснабжения атомных электростанций, обеспечивающих надежное отведение тепла от технологического оборудования и поддержание заданных температурных режимов в соответствии с требованиями ядерной и промышленной безопасности

1.2. Задачи освоения дисциплины

- Изучить состав, назначение и принципиальные схемы систем холодоснабжения АЭС, а также требования нормативных документов, регламентирующих их монтаж и эксплуатацию.

- Освоить технологии монтажа, пусконаладки и проведения испытаний оборудования систем холодоснабжения с учётом специфики АЭС.

- Сформировать навыки оперативного управления, технического обслуживания и диагностики оборудования, а также действий в нештатных ситуациях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Монтаж и эксплуатация систем холодоснабжения» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Монтаж и эксплуатация систем холодоснабжения» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-9 - Способен выполнять проверку монтажной готовности технологических систем и оборудования к производству пусконаладочных работ

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-9	знать требования нормативно-технической документации к монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию систем холодоснабжения атомных электростанций
	уметь выполнять основные технологические операции по эксплуатации, обслуживанию и диагностике оборудования систем холодоснабжения
	владеть навыками безопасного выполнения работ на оборудовании систем холодоснабжения в соответствии с регламентами атомной станции

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Монтаж и эксплуатация систем

холодоснабжения» составляет 3 з.е.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	84	84
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
в том числе в форме практической подготовки	12	12
Самостоятельная работа	24	24
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Нормативно-техническая база и основы безопасной эксплуатации систем холодоснабжения АЭС	Изучение требований федеральных норм и правил в области атомной энергии, Правил безопасности холодильных установок, руководящих документов эксплуатирующей организации. Система допусков персонала. Организация рабочих мест и производство работ по нарядам-допускам. Требования радиационной и промышленной безопасности.	4	4	-	4	12
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	-	-	-	-
2	Техническое устройство и принципиальные схемы систем холодоснабжения АЭС	Конструктивное исполнение основного оборудования: пароконденсационные чиллеры (центробежные, винтовые), насосные агрегаты, теплообменные аппараты, градирни. Принципиальные технологические схемы СХС для различных потребителей АЭС. Системы автоматического управления, контроля и защиты	6	6	-	4	16
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	-	-	-	-
3	Технология монтажа и пусконаладочные работы	Организация и последовательность монтажных работ. Требования к монтажу аппаратов, насосов, трубопроводов. Методы контроля качества сварных соединений. Пусконаладочные работы: промывка, опрессовка, вакуумирование, заправка	8	8	4	4	24

		хладагентом. Проведение комплексных испытаний.					
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	-	4	-	4
4	Эксплуатационные режимы и оперативное управление	Штатные режимы работы СХС. Пуск, вывод на номинальную мощность, останов. Ведение режимной карты. Контроль рабочих параметров (температуры, давления, уровни). Анализ энергетической эффективности. Действия оперативного персонала при отклонениях от нормальной эксплуатации.	6	6	4	4	20
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	-	4	-	4
5	Техническое обслуживание и ремонт	Система планово-предупредительных ремонтов (ППР). Методы технической диагностики (виброконтроль, течеискание, анализ масел). Типовые ремонтные операции. Особенности организации ремонтов в условиях радиационного контроля. Ведение ремонтной документации.	6	6	-	4	16
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	-	-	-	-
6	Диагностика неисправностей и действия в аварийных ситуациях	Методология поиска и идентификации неисправностей. Типовые отказы оборудования и способы их устранения. Отработка действий при аварийных ситуациях (утечка хладагента, отказ электроснабжения). Взаимодействие с оперативным персоналом энергоблока.	6	6	4	4	20
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	-	4	-	4
Итого			36	36	12	24	108

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на практических занятиях и (или) лабораторных работах:

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельными элементами работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Студенты последовательно выполняют сборку схемы, проводят пневматические испытания на прочность и плотность, осуществляют вакуумирование контура для удаления влаги и неконденсирующихся газов, производят заправку системы хладагентом по массе.	ПК-9
2	Студенты проводят испытания холодильной установки, измеряя параметры в установившихся режимах при различной тепловой нагрузке на испаритель и различной температуре охлаждения конденсатора. Производят расчет основных энергетических показателей, анализируют влияние изменения режимных параметров на эффективность работы	ПК-9

	установки	
3	Анализируя показания приборов, студенты должны идентифицировать неисправность, моделируемую преподавателем, составить алгоритм действий для ее устранения и безопасно выполнить необходимые операции.	ПК-9

5.2 Перечень лабораторных работ

Технология монтажа и пусконаладочные работы

№1 Сборка, вакуумирование и заправка холодильного контура. Отработка навыков монтажных операций (4 ч);

Эксплуатационные режимы и оперативное управление

№2 Исследование рабочих характеристик парокомпрессионной холодильной машины в различных режимах эксплуатации (4 ч);

Диагностика неисправностей и действия в аварийных ситуациях

№3 Диагностика неисправностей и отработка алгоритмов действий в нештатных ситуациях на стенде системы холодоснабжения (4 ч).

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-9	знать требования нормативно-технической документации к монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию систем холодоснабжения атомных электростанций	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выполнять основные технологические операции по эксплуатации, обслуживанию и	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	диагностике оборудования систем холодоснабжения			
	владеть навыками безопасного выполнения работ на оборудовании систем холодоснабжения в соответствии с регламентами атомной станции	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-9	знать требования нормативно-технической документации к монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию систем холодоснабжения атомных электростанций	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов
	уметь выполнять основные технологические операции по эксплуатации, обслуживанию и диагностике оборудования систем холодоснабжения	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов
	владеть навыками безопасного выполнения работ на оборудовании систем холодоснабжения в соответствии с регламентами атомной станции	Тест	Выполнение теста на 60-100%	В тесте менее 60% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Каково основное назначение систем холодоснабжения (СХС) на атомной электростанции?

а) Обеспечение холодной питьевой водой персонала станции.

б) Охлаждение основного и вспомогательного оборудования технологических систем.

в) Создание комфортных условий в административных помещениях.

г) Подача охлаждающей воды на турбогенератор.

Правильный ответ: б

2. Какая из перечисленных систем АЭС НЕ является типичным потребителем холода от централизованной СХС?

- а) Система кондиционирования воздуха в гермообъеме.
- б) Система охлаждения масла подшипников главного циркуляционного насоса (ГЦН).
- в) Система технического водоснабжения (блочная насосная станция).
- г) Система аварийного охлаждения активной зоны (САОЗ).

Правильный ответ: г (Пояснение: САОЗ имеет независимый источник питания и является системой безопасности, а не потребителем от штатной СХС)

3. Что отличает СХС АЭС от систем холодоснабжения промышленных или гражданских объектов?

- а) Использование в качестве хладагента только аммиака.
- б) Требования к повышенной надежности, сейсмостойкости и резервированию.
- в) Более низкие температурные параметры охлаждаемой воды.
- г) Отсутствие систем автоматического контроля.

Правильный ответ: б

4. Какой тип холодильных машин наиболее распространен в составе СХС мощных энергоблоков АЭС?

- а) Абсорбционные бромистолитиевые чиллеры.
- б) Парокомпрессионные чиллеры с центробежными компрессорами.
- в) Бытовые сплит-системы.
- г) Холодильные машины на воздушном цикле.

Правильный ответ: б

5. Аппарат, в котором происходит кипение хладагента и охлаждение промежуточного теплоносителя (воды или рассола), называется:

- а) Конденсатор
- б) Испаритель
- в) Ресивер
- г) Компрессор

Правильный ответ: б

6. Для окончательного отвода тепла в атмосферу в замкнутом контуре СХС используются:

- а) Градирни или сухие охладители (драйкулеры)
- б) Испарители чиллеров
- в) Главные циркуляционные насосы
- г) Системы подпитки теплоносителя

Правильный ответ: а

7. Какой основной документ определяет последовательность и правила

производства монтажных работ оборудования СХС на АЭС?

- а) Проект производства работ (ППР).
- б) Инструкция по эксплуатации турбогенератора.
- в) Правила устройства электроустановок (ПУЭ).
- г) Книга отзывов и предложений.

Правильный ответ: а

8. Что из перечисленного входит в обязательный комплекс пусконаладочных работ (ПНР) после монтажа чиллера?

- а) Прокладка кабелей питания.
- б) Опрессовка трубопроводов и аппаратов давлением, вакуумирование.
- в) Покраска оборудования в корпоративные цвета.
- г) Установка ограждений.

Правильный ответ: б

9. При каком условии разрешается проведение первого пуска холодильной машины после ее монтажа?

- а) По устному распоряжению начальника смены.
- б) После подписания акта готовности оборудования и допуска к пуску комиссией.
- в) Как только подключено электропитание.
- г) После проведения ежегодной аттестации персонала.

Правильный ответ: б

10. Что является первоочередным действием оперативного персонала при обнаружении утечки хладагента из холодильной машины?

- а) Увеличить нагрузку на компрессор.
- б) Немедленно остановить машину, перекрыть соответствующие вентили, сообщить по цепочке и приступить к локализации утечки согласно инструкции.
- в) Продолжить работу в прежнем режиме.
- г) Организовать проветривание помещения и ничего не делать.

Правильный ответ: б

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Система кондиционирования воздуха (СКВ) гермообъема энергоблока АЭС должна отводить 1200 кВт теплоты. Температура воды на входе в воздухоохладители $+7^{\circ}\text{C}$, на выходе $+12^{\circ}\text{C}$. Определите требуемый массовый расход воды в системе холодоснабжения, обслуживающей эту СКВ. (Удельная теплоемкость воды принять $4.19 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$).

Ответ: $\approx 57.4 \text{ кг/с}$

2. Технологическому оборудованию требуется подавать $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ воды с температурой $+6^{\circ}\text{C}$. Температура обратной воды $+16^{\circ}\text{C}$. Рассчитайте требуемую холодопроизводительность чиллера в кВт. (Плотность воды принять $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, удельная теплоемкость $4.19 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$).

Ответ: $\approx 581.5 \text{ кВт}$

3. Холодильная машина (чиллер) использует хладагент R134a. Ее холодопроизводительность 500 кВт. Температура кипения $+5^{\circ}\text{C}$, температура перегрева на выходе испарителя $+10^{\circ}\text{C}$. По диаграмме состояния R134a определите: а) энтальпию пара на выходе из испарителя; б) энтальпию жидкости на входе в ТРВ (при температуре конденсации 35°C); в) массовый расход хладагента (кг/с).

Ответ: а) ~ 405 кДж/кг, б) ~ 250 кДж/кг, в) ~ 3.22 кг/с

4. На градирню поступает 200 кг/с воды с температурой 40°C . Градирня охлаждает ее до температуры 30°C . Приняв, что атмосферный воздух имеет температуру по сухому термометру 25°C и по мокрому 20°C , оцените приблизительный расход воздуха через градирню, если его энтальпия на входе 57 кДж/кг, на выходе 110 кДж/кг.

Ответ: ≈ 417 кг/с

5. Рассчитайте требуемый напор (в метрах водяного столба) для насоса, подающего воду к чиллеру. Известно: общие потери давления в самом неблагоприятном контуре (трубопроводы, арматура, теплообменники) составляют 250 кПа. Геодезическая высота подъема – 15 м. Давление в системе необходимо поддерживать постоянным.

Ответ: ≈ 40.5 м

6. Определите минимальный диаметр трубопровода для подачи рассола с расходом 50 л/с. Скорость движения рассола не должна превышать 2 м/с для минимизации потерь давления и эрозии.

Ответ: ≈ 178 мм

7. Характеристика насоса задана: $H = 35 - 0.01Q^2$ (м), где Q – расход в $\text{м}^3/\text{ч}$. Характеристика сети (требуемый напор) описывается уравнением $H_{\text{тр}} = 15 + 0.005Q^2$ (м). Найдите рабочую точку системы (расход и напор).

Ответ: $Q \approx 51.6$ $\text{м}^3/\text{ч}$, $H \approx 28.3$ м

8. Парокомпрессионная холодильная машина потребляет из сети 180 кВт электроэнергии, при этом ее холодопроизводительность составляет 600 кВт. Определите ее COP. Является ли это значение типичным для центробежных чиллеров?

Ответ: $\text{COP} = 3.33$ (Значение низковато для центробежных, типично для поршневых)

9. Эксплуатационные параметры чиллера: температура кипения R134a = $+10^{\circ}\text{C}$, температура конденсации = 50°C . Температура воды на выходе из испарителя $+15^{\circ}\text{C}$. Рассчитайте перегрев пара на выходе испарителя и переохлаждение жидкости на выходе конденсатора. Сделайте вывод о возможных неисправностях.

Ответ: Перегрев = $+5^{\circ}\text{C}$, Переохлаждение = $+8^{\circ}\text{C}$. Возможная неисправность: недостаток хладагента.

10. Из-за образования отложений в конденсаторе чиллера температура конденсации хладагента поднялась с 35°C до 42°C . Как это изменение повлияет на: а) холодопроизводительность; б) потребляемую мощность компрессора; в) COP установки?

Ответ: а) Уменьшится, б) Увеличится, в) Уменьшится.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

11. После ремонтных работ необходимо заправить систему. Объем жидкости в системе: испаритель - 3.5 м³, конденсатор - 4.2 м³, трубопроводы - 1.8 м³. Какой объем хладагента (в кг) необходимо закачать, учитывая, что он заполняет только 80% объема аппаратов? (Плотность жидкого R134a при 25°C принять $\approx 1205 \text{ кг/м}^3$).

Ответ: $\approx 9200 \text{ кг}$

12. Система холодоснабжения имеет аварийную дизель-генераторную станцию (ДГУ) для питания одного из чиллеров. Мощность чиллера 400 кВт, его COP = 5.0. Емкость топливных баков ДГУ 2000 л. Удельный расход топлива дизеля – 220 г/кВт·ч. Плотность дизтоплива 0.85 кг/л. Рассчитайте, на сколько часов непрерывной работы хватит топлива при полной нагрузке.

Ответ: $\approx 21.1 \text{ часа}$

13. В градирне с циклом концентрации 4 (четыре) происходит испарение 15 кг/с воды. Рассчитайте расход продувочной воды и подпиточной воды для компенсации потерь.

Ответ: Продувка = 5 кг/с, Подпитка = 20 кг/с

14. Энергоблок АЭС снижает мощность с 100% до 60%. Тепловая нагрузка на СХС при этом падает на 35%. Насколько процентов следует снизить производительность насосов охлаждающей воды (с изменением частоты вращения), если потери давления в системе изменяются квадратично от расхода?

Ответ: Снизить на $\approx 26\%$

15. Система СХС состоит из трех одинаковых чиллеров, каждый производительностью 2000 кВт. Для обеспечения нормальной эксплуатации энергоблока требуется холодопроизводительность 4500 кВт. Рассчитайте, сколько агрегатов должно работать в номинальном режиме и каков запас по производительности в процентах.

Ответ: 3 агрегата; Запас = 7.1%

16. Объем смонтированного холодильного контура составляет 8.5 м³. Давление в контуре после вакуумирования составляет 500 Па. Атмосферное давление 100 000 Па. Рассчитайте, сколько литров воздуха осталось в системе.

Ответ: $\approx 42.5 \text{ л}$

17. После монтажа необходимо прогреть систему перед заправкой хладагентом для удаления влаги. Рассчитайте, сколько тепловой энергии (в кДж) необходимо подвести, чтобы нагреть контур (масса металла 3500 кг, удельная теплоемкость 0.5 кДж/(кг·°C)) с +20°C до +60°C.

Ответ: $\approx 84\,000 \text{ кДж}$

18. Для осушки хладагента в систему устанавливаются патроны-осушители. Каждый патрон может поглотить 150 г влаги. Объем системы 900 л, в ней содержится остаточная влага 15 г/м³. Рассчитайте, сколько патронов необходимо установить.

Ответ: 2 патрона

19. Воздухоохладитель на испарителе работает при температуре кипения -10°C. Толщина слоя инея составляет 8 мм. Площадь теплообмена

120 м². Теплота плавления льда 334 кДж/кг, плотность инея 150 кг/м³. Мощность ТЭНа для оттайки 25 кВт. Рассчитайте приблизительное время, необходимое для полной оттайки.

Ответ: ≈ 26.8 минут

20. Стоит задача модернизации: заменить существующий чиллер с COP = 4.0 на новый с COP = 6.0. Холодопроизводительность 1500 кВт. Установка работает 6000 часов в год. Стоимость электроэнергии 5 руб./кВт·ч. Рассчитайте годовую экономию средств и срок окупаемости, если стоимость нового оборудования и монтажа составляет 8 млн. руб.

Ответ: Годовая экономия = 550 000 кВт·ч или 2 750 000 руб.; Срок окупаемости ≈ 2.91 года

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные нормативные документы, регламентирующие монтаж и эксплуатацию СХС на АЭС
2. Требования к квалификации и допуску персонала для работы на СХС
3. Организация работ по наряду-допуску на оборудовании СХС
4. Особенности радиационного контроля при работах на СХС АЭС
5. Конструктивные особенности центробежных и винтовых чиллеров, применяемых на АЭС
6. Назначение и устройство основного и вспомогательного оборудования СХС
7. Принципиальные технологические схемы СХС для различных потребителей АЭС
8. Системы автоматического управления и защиты СХС
9. Основные этапы и последовательность монтажа оборудования СХС
10. Требования к монтажу трубопроводов и критерии качества сварных соединений
11. Методы и средства контроля качества монтажных работ
12. Порядок проведения пусконаладочных работ и комплексных испытаний
13. Штатные режимы работы СХС и ведение режимной карты
14. Контроль рабочих параметров и анализ энергетической эффективности
15. Действия оперативного персонала при отклонениях от нормальной эксплуатации
16. Особенности эксплуатации СХС при изменении мощности энергоблока
17. Система планово-предупредительных ремонтов (ППР) оборудования СХС
18. Методы технической диагностики и мониторинга состояния оборудования
19. Организация и проведение ремонтных работ на оборудовании

СХС

20. Особенности ремонтов в условиях радиационного контроля
21. Методология поиска и идентификации неисправностей в СХС
22. Действия персонала при аварийных ситуациях (утечка хладагента, отказ электроснабжения)
23. Взаимодействие с оперативным персоналом энергоблока при нештатных ситуациях
24. Анализ и оформление документации по инцидентам

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 5 стандартных задач и 5 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, правильно решенная задача оценивается в 2 балла. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Зачет ставится в случае, если студент набрал от 18 до 30 баллов.

2. Незачет ставится, если студент набрал менее 18 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Нормативно-техническая база и основы безопасной эксплуатации систем холодоснабжения АЭС	ПК-9	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, зачёт
2	Техническое устройство и принципиальные схемы систем холодоснабжения АЭС	ПК-9	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, зачёт
3	Технология монтажа и пусконаладочные работы	ПК-9	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, зачёт
4	Эксплуатационные режимы и оперативное управление	ПК-9	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, зачёт
5	Техническое обслуживание и ремонт	ПК-9	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, зачёт
6	Диагностика неисправностей и действия в аварийных ситуациях	ПК-9	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, зачёт

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется

проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

- Монтаж и эксплуатация холодильных установок: учебное пособие / составитель А. В. Усов. — Кемерово: КемГУ, 2023. — 147 с. — ISBN 978-5-8353-2989-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/422897>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Фирсова, Ю. А. Проектирование и эксплуатация холодильных установок: учебное пособие / Ю. А. Фирсова, А. Г. Сайфетдинов. — Казань: КНИТУ, 2016. — 128 с. — ISBN 978-5-7882-1861-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101889>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Фирсова, Ю. А. Проектирование и эксплуатация холодильных машин и установок: практикум: учебное пособие / Ю. А. Фирсова, А. Г. Сайфетдинов. — Казань: КНИТУ, 2022. — 104 с. — ISBN 978-5-7882-3280-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/412268>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

- Вдовиченко, В. В. Технология обслуживания и ремонта холодильных установок: учебное пособие для вузов / В. В. Вдовиченко. — Санкт-Петербург: Лань, 2025. — 132 с. — ISBN 978-5-507-54065-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/505405>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- Программа подбора промышленных и коммерческих холодильных компонентов Coolselector 2;
- Программа подбора холодильного оборудования Bitzer software;
- Пакет прикладных программ CoolPack 1.49
- SMath Studio
- Mathcad
- Advanced Grapher
- Microsoft Windows 10
- Microsoft Office 2013/2007
- Компас 3D LT
- Компьютерный сетевой лабораторный тренажер холодильной установки RPS 4000: модель «Провизионные кладовые», модель «Стационарная холодильная установка (рыбокомбинат)», модель «Кондиционер», модель «Морозильный комплекс», модель «Рефрижераторный транспорт», модель «Инструктор»
- <https://elibrary.ru>
- <https://cchgeu.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

- Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой;
- учебная лаборатория холодильной техники, включающая: стенды для выполнения лабораторных работ; оборудование, инструменты, материалы необходимые для осуществления операции развития практических навыков; датчики для работы и проведения измерений; одноступенчатые парокompрессорные холодильные машины;
- дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Монтаж и эксплуатация систем холодоснабжения» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета тепловых, гидравлических и энергетических параметров систем холодоснабжения для обоснования инженерных решений при монтаже, эксплуатации и обеспечении надежной работы оборудования в условиях АЭС. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--