

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:  
Зав. каф. твердотельной электроники  
 В.А. Небольсин  
«17» января 2025 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Промышленные системы кондиционирования и вентиляции воздуха»**

Направление подготовки: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика  
код и наименование направления

Программа магистратуры: Технологические системы холодоснабжения атомных  
электростанций

наименование направленности/профиля

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Срок освоения образовательной программы 2 года

Год начала подготовки: 2026

Разработчик

  
\_\_\_\_\_

О. В. Калядин

Процесс изучения дисциплины «Промышленные системы кондиционирования и вентиляции воздуха» направлен на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ПК-3 - Способен формировать техническое задание и осуществлять контроль разработки проекта системы холодоснабжения атомных электростанций.

**Перечень планируемых результатов обучения и показателей оценивания сформированности компетенций на этапе промежуточной аттестации**

№ п/п	Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Тип ОМ	Показатели оценивания
1	ПК-3	Знать необходимый перечень исходных данных для проектирования систем холодоснабжения атомных электростанций	Вопросы (тест) к зачету/ экзамену	Полнота знаний
		Уметь формировать техническое задание для разработки проекта системы холодоснабжения атомных электростанций	Стандартные задания	Наличие умений
		Владеть навыками выбора оптимальных технологических решений при проектировании систем холодоснабжения атомных электростанций	Прикладные задания	Наличие навыков

## ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ И ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ЭТАПЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Показатели оценивания компетенций	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенции			
	Неудовлетворительный	Минимально допустимый (пороговый)	Средний	Высокий
<b>Полнота знаний</b>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки
<b>Наличие умений</b>	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объеме без недочетов.
<b>Наличие навыков (владение опытом)</b>	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
<b>Характеристика сформированности компетенции</b>	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству профессиональных задач.	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных профессиональных задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных профессиональных задач.

## ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Вопросы (тестовые задания) для оценки результатов обучения,  
характеризующих сформированность компетенций**

<b>ПК-3 - Способен формировать техническое задание и осуществлять контроль разработки проекта системы холодоснабжения атомных электростанций</b>	
1.	<p>По какой формуле определяется требуемый объем расширительного бака для системы кондиционирования с чиллерами и фанкойлами</p> <p>А. <math>V = \frac{V_{\text{сист}} K}{1 - \Delta T \frac{1 + p_{\text{сист}}}{1 + p_{\text{пред}}}}</math></p> <p>Б. <math>V = \frac{V_{\text{сист}} K \Delta T}{1 - \frac{1 - p_{\text{сист}}}{1 - p_{\text{пред}}}}</math></p> <p>В. <math>V = \frac{V_{\text{сист}} K \Delta T}{1 + \frac{1 + p_{\text{сист}}}{1 + p_{\text{пред}}}}</math></p> <p>Г. <math>V = \frac{V_{\text{сист}} K \Delta T}{1 - \frac{1 + p_{\text{сист}}}{1 + p_{\text{пред}}}}</math></p>
2.	<p>Какое оборудование входит в состав насосной станции системы кондиционирования с чиллерами и фанкойлами</p> <p>А. Водяной нагреватель</p> <p>Б. <b>Расширительный бак</b></p> <p>В. Компрессор</p> <p>Г. <b>Бак-аккумулятор</b></p>
3.	<p>При каких скоростях воздуха в секции охлаждения центрального кондиционера устанавливается каплеуловитель</p> <p>А. выше 0,5 м/с</p> <p>Б. выше 1,5 м/с</p> <p>В. <b>выше 2,5 м/с</b></p> <p>Г. выше 3,5 м/с</p>
4.	<p>Какая минимальная температура воды используется в секциях охлаждения воздуха центральных кондиционеров</p> <p>А. 5 °С</p> <p>Б. 4 °С</p> <p>В. <b>3 °С</b></p> <p>Г. 2 °С</p>
5.	<p>С каким шагом осуществляется оребрение трубок воздухонагревателя центрального кондиционера</p> <p>А. 4,5-6,5 мм</p> <p>Б. 5,2-7,5 мм</p> <p>В. 1,5-2,5 мм</p> <p>Г. <b>1,8-4,5 мм</b></p>
6.	<p>Какие используют схемы компоновки контурных теплообменников в секциях охлаждения центральных кондиционеров</p> <p>А. <b>смешанная</b></p> <p>Б. параллельно-последовательная</p> <p>В. <b>последовательная</b></p> <p>Г. <b>параллельная</b></p>
7.	<p>Для чего используется опция компрессорно-конденсаторного блока «Перепуск горячего газа»</p> <p>А. для регулирования производительности</p> <p>Б. для предотвращения обледенения внешнего блока</p>

	<p><b>В. для регулирования температуры кипения</b>  <b>Г. для регулирования температуры конденсации</b></p>
8.	<p>С помощью какого устройства (устройств) можно обеспечить рекуперацию теплоты вытяжного воздуха, если в помещении кроме избыточной теплоты и влаги выделяются токсичные примеси</p> <p>А. вращающийся теплообменник  <b>Б. перекрестноточный теплообменник</b>  <b>В. секция теплоутилизации с промежуточным теплоносителем</b>  Г. камера смешения</p>
9.	<p>Фильтры какого класса используются в секциях фильтрации центральных кондиционеров для помещений с повышенными требованиями к чистоте воздуха в качестве второй степени фильтрации</p> <p>А. G3  <b>Б. F6</b>  В. EU3  <b>Г. EU8</b></p>
10.	<p>По какой формуле определяется температура наружной поверхности воздухоохладителя</p> <p>А. <math>t_{ст} = \frac{t_{ж} + \frac{R_{ст} + R_{в}}{R_{н}} t}{1 + \frac{R_{ст} + R_{в}}{R_{н}}}</math>  Б. <math>t_{ст} = \frac{t_{ж} - \frac{R_{ст} + R_{в}}{R_{н}} t}{1 - \frac{R_{ст} + R_{в}}{R_{н}}}</math>  В. <math>t_{ст} = \frac{t_{ж} + \frac{R_{ст} + R_{в}}{R_{н}} t}{1 + \frac{R_{ст} + R_{в}}{R_{н}}}</math>  Г. <math>t_{ст} = \frac{t_{ж} + \frac{R_{ст} + R_{в}}{R_{н}} t}{1 + \frac{R_{н}}{R_{ст} + R_{в}}}</math></p>
11.	<p>Какое выражение для числа Нуссельта используется при расчете коэффициента теплоотдачи при течении воды по трубкам воздухоохладителя</p> <p>А. <math>Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4}</math>  Б. <math>Nu = 0.043 Re^{0.8} Pr^{0.4}</math>  В. <math>Nu = 0.023 Re^{0.6} Pr^{0.4}</math>  Г. <math>Nu = 0.021 Re^{0.8} Pr^{0.23}</math></p>
12.	<p>Аэродинамическое сопротивление, возникающее при проходе воздуха через поверхностные воздухоохладители, определяется с помощью зависимостей вида</p> <p>А. <math>\Delta p = Az / (\gamma \omega)^n</math>  Б. <math>\Delta p = Az (\gamma \omega)^{n-1}</math>  <b>В. <math>\Delta p = Az (\gamma \omega)^n</math></b>  Г. <math>\Delta p = Az (\gamma / \omega)^n</math></p>
13.	<p>Какое выражение используется для определения коэффициента теплопередачи от воздуха к теплоносителю в случае ребристого воздухоохладителя при охлаждении воздуха с конденсацией водяного пара</p> <p>А. <math>K = \frac{\alpha_{в}}{\frac{K_{оп}}{\alpha_{в}} + \frac{1}{\xi \alpha_{н} K_{э}}}</math>  Б. <math>K = \frac{1}{\frac{K_{оп}}{\alpha_{в}} - \frac{1}{\xi \alpha_{н} K_{э}}}</math>  В. <math>K = \frac{1}{\frac{K_{оп}}{\alpha_{н}} + \frac{1}{\xi \alpha_{в} K_{э}}}</math>  Г. <math>K = \frac{1}{\frac{K_{оп}}{\alpha_{в}} + \frac{1}{\xi \alpha_{н} K_{э}}}</math></p>
14.	<p>Какое устройство служит для регулирования температуры воздуха после фанкойла</p> <p>А. четырехходовой клапан</p>

	<p><b>Б. трехходовой клапан</b>  В. двухходовой клапан  Г. терморегулирующий вентиль</p>
15.	<p>К какому классу относятся кондиционеры, обеспечивающие допустимые нормы, если они не могут быть обеспечены вентиляцией в теплый период года без применения искусственного охлаждения воздуха</p> <p>А. первый  Б. второй  <b>В. третий</b>  Г. четвертый</p>
16.	<p>Как рассчитывается расход сухой части воздуха</p> <p>А. <math>G_c = \frac{G_B}{1 + \frac{\phi}{1000}}</math>  Б. <math>G_c = \frac{G_B}{1 - \frac{d}{1000}}</math>  В. <math>G_c = G_B \left(1 + \frac{d}{1000}\right)</math>  Г. <math>G_c = \frac{G_B}{1 + \frac{d}{1000}}</math></p>
17.	<p>Как определяется мощность калорифера для нагрева воздуха в количестве <math>G_c</math> от состояния А до состояния В</p> <p>А. <math>Q = G_c(i_B - i_A)</math>  Б. <math>Q = \frac{G_c}{(i_B - i_A)}</math>  В. <math>Q = G_c(t_B - t_A)</math>  Г. <math>Q = G_c(i_A - i_B)</math></p>
18.	<p>Как определяется расход воздуха, подаваемого в помещение для ассимиляции тепла</p> <p>А. <math>G_c = \frac{Q_{\text{выд}}}{(i_B - i_A)}</math>  Б. <math>G_c = \frac{Q_{\text{пот}}}{c_p(t_B - t_A)}</math>  В. <math>G_c = \frac{Q_{\text{изб}}}{(i_B - i_A)}</math>  Г. <math>G_c = Q_{\text{изб}} c_p(t_B - t_A)</math></p>
19.	<p>Какова допустимая разница температур воздуха помещения и приточного воздуха, подаваемого непосредственно в рабочую зону?</p> <p>А. 2-4 °С  Б. 4-6 °С  В. 6-8 °С  Г. 1-2 °С</p>
20.	<p>В соответствии со СНиП 41-01-2003 минимальный расход наружного воздуха на 1 человека в производственных помещениях без естественного проветривания составляет...</p> <p>А. 60 м³/ч  Б. 30 м³/ч  В. 20 м³/ч  Г. 40 м³/ч</p>

**Практические задания для оценки результатов обучения,  
характеризующих сформированность компетенций**

<b>ПК-3 - Способен формировать техническое задание и осуществлять контроль разработки проекта системы холодоснабжения атомных электростанций</b>	
1.	Какая температура воздуха является оптимальной для жилых зданий в теплый период года? Ответ: 22-25 °С
2.	Какая влажность воздуха является допустимой для жилых зданий в теплый период года? Ответ: не более 65 %

3.	Какая температура воздуха является допустимой для помещений 1 категории общественных зданий в холодный период года? Ответ: 18-24 °С
4.	Какая влажность воздуха является оптимальной для помещений 2 категории общественных зданий в холодный период года? Ответ: 30-45 %
5.	Чему равна расчетная температура наружного воздуха СКВ 1 класса в теплый период года для г. Воронеж? Ответ: 28,9 °С
6.	Чему равна расчетная энтальпия наружного воздуха СКВ 2 класса в теплый период года для г. Воронеж? Ответ: 52,8 кДж/кг
7.	Чему равна расчетная температура наружного воздуха СКВ 1 класса в холодный период года для г. Сочи? Ответ: -3 °С
8.	Чему равна расчетная энтальпия наружного воздуха СКВ 2 класса в холодный период года для г. Сочи? Ответ: 2,1 кДж/кг
9.	Определите расчетную влажность воздуха для СКВ 3 класса в теплый период года для г. Ростов-на-Дону? Ответ: 52,5 %
10.	Определите расчетное влагосодержание воздуха для СКВ 3 класса в холодный период года для г. Ростов-на-Дону? Ответ: 0,504 г/кг
11.	Изобразить луч процесса изменения тепловлажностного состояния воздуха в помещении, в котором начальное состояние воздуха соответствовало $t = 20^{\circ}\text{C}$ , $\varphi = 50\%$ , теплопоступления 2 кВт, влаговыделения 2 кг/ч. Определить численное значение углового коэффициента луча процесса. Ответ: 3600 кДж/кг
12.	Построить процесс обработки воздуха для приточной СКВ в теплый период года, если параметры внутреннего воздуха $t = 23^{\circ}\text{C}$ , $\varphi = 53\%$ , параметры наружного воздуха $t = 25,7^{\circ}\text{C}$ , $i = 502$ кДж/кг. Теплоизбытки в помещении составляют 53900 Вт, влагоизбытки 11,5 кг/ч, приточный воздух подается непосредственно в рабочую зону. Определить расход теплоты и холода для обработки воздуха. Ответ: 103,6 кВт, 290,2 кВт.
13.	Определить расход теплоты в первой и второй ступени подогрева и воды для тепловлажностной обработки воздуха в холодный период в СКВ, работающей по приточной схеме. Параметры наружного воздуха $t = -15^{\circ}\text{C}$ , $i = -14$ кДж/кг, параметры внутреннего воздуха $t = 20^{\circ}\text{C}$ , $\varphi = 50\%$ , температура удаляемого воздуха $22^{\circ}\text{C}$ . Теплоизбытки в помещении составляют 200000 кДж/ч, влагоизбытки 10 кг/ч. Расход приточного воздуха 30000 кг/ч Ответ: 358,3 кВт; 52,5 кВт; 198 кг/ч
14.	Построить процесс обработки воздуха для СКВ, работающей с одной рециркуляцией в теплый период года, если параметры внутреннего воздуха $t = 23^{\circ}\text{C}$ , $\varphi = 53\%$ , параметры наружного воздуха $t = 25,7^{\circ}\text{C}$ , $i = 502$ кДж/кг. Теплоизбытки в помещении составляют 53900 Вт, влагоизбытки 11,5 кг/ч, приточный воздух подается непосредственно в рабочую зону. Определить расход холода для обработки воздуха. Расход приточного воздуха 30000 кг/ч. Ответ: 62,2 кВт
15.	Воздух с параметрами $t = 22^{\circ}\text{C}$ , $\varphi = 20\%$ увлажняется водяным паром до влажности 60 %. Определить расход пара, если его давление 1 атм. Расход воздуха 10000 кг/ч. Ответ: 67 кг/ч.

16.	<p>Воздух имеет параметры <math>t = 24^{\circ}\text{C}</math>, <math>\varphi = 50\%</math>. Определить температуру воздуха после прохождения камеры орошения, если разбрызгивается рециркуляционная вода. Конечная влажность воздуха 90 %.</p> <p>Ответ: <math>18,2^{\circ}\text{C}</math></p>
17.	<p>Произвести построение процессов обработки воздуха и определить производительность СКВ для зала заседаний на 300 мест, если теплопоступления в помещение извне 5 кВт, параметры внутреннего воздуха <math>t = 20^{\circ}\text{C}</math>, <math>\varphi = 50\%</math>, высота зала 6 м, объем зала <math>2400 \text{ м}^3</math>. Воздух подается в рабочую зону.</p> <p>Ответ: 15082 кг/ч</p>
18.	<p>Произвести построение процессов обработки воздуха и определить количество испарившейся воды в оросительной камере при изоэнтальпийном охлаждении воздуха в теплый период года при регулируемом процессе. Параметры наружного воздуха <math>t = 30^{\circ}\text{C}</math>, <math>i = 44 \text{ кДж/кг}</math>, параметры внутреннего воздуха <math>t = 26^{\circ}\text{C}</math>, <math>\varphi = 50\%</math>, температура удаляемого воздуха <math>28^{\circ}\text{C}</math>. Теплоизбытки в помещении составляют 40000 Вт, влаговыделения 20 кг/ч.</p> <p>Ответ: 52,4 кг/ч</p>
19.	<p>Произвести построение процессов обработки воздуха и определить, до какой минимальной температуры можно охладить наружный воздух, применяя двухступенчатое охлаждение. Параметры наружного воздуха <math>t = 30^{\circ}\text{C}</math>, <math>\varphi = 20\%</math>.</p> <p>Ответ: <math>13^{\circ}\text{C}</math></p>
20.	<p>Произвести построение процессов обработки воздуха и определить, до какой минимальной температуры можно охладить наружный воздух, применяя прямое изоэнтальпийное охлаждение. Параметры наружного воздуха <math>t = 30^{\circ}\text{C}</math>, <math>\varphi = 20\%</math>.</p> <p>Ответ: <math>16,6^{\circ}\text{C}</math></p>