

Компонент ОПОП Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения  
наименование ОПОП

Б1.О.12  
шифр дисциплины

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины  
(модуля)

Тепло-и массообменные процессы в системах холодоснабжения

Разработчик (и):

Голубева О.А.

ФИО

доцент

должность

канд.техн.наук, доцент

ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры

Технологическое и холодильное  
оборудование

наименование кафедры

протокол № 4 от 18.03.2024

Заведующий кафедрой Технологическое и  
холодильное оборудование

Похольченко В.А.

подпись

ФИО

Мурманск  
2024

### 1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
<b>ОПК-2</b> Способен использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики	ИД-1 ОПК-2 Владеет углубленными теоретическими и практическими знаниями фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики;	основные фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин, в том числе, технической физики;	анализировать, демонстрировать понимание и применять законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин, в том числе, технической физики;	навыками применения естественнонаучных знаний при решении профессиональных задач;	- комплект заданий для выполнения практических работ;	Экзаменационные билеты Результаты текущего контроля
<b>ПК-2</b> Способен производить системный анализ имеющихся объектов производства и применения холода, разрабатывать эффективные технологические и конструктивные решения систем холодоснабжения	ИД-2 ПК-2 Применяет методы системного анализа принципиальных решений имеющихся объектов систем холодоснабжения	особенности протекания действительных теплообменных и массообменных процессов в системах холодоснабжения, методы системного анализа;	проводить расчеты действительных теплообменных и массообменных процессах в системах холодоснабжения;	навыками системного анализа теплообменных и массообменных процессов и применения его для проектных расчётов		

## 2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
<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>	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач.

### 3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

#### 3.1 Критерии и шкала оценивания практических работ

Перечень практических работ, требования к результатам работы и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<b>практические занятия</b>	
<i>Зачтено при сдаче в срок, 68 баллов</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по лабораторной/практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Зачтено при сдаче не в срок, 54 балла</i>	
<i>Не зачтено, 0 баллов</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. ИЛИ Задание не выполнено.

#### Критерии и шкала оценивания посещаемости занятий

Посещение занятий обучающимися определяется в процентном соотношении

Баллы	Критерии оценки
12	посещаемость 75 - 100 %
6	посещаемость 50 - 74 %
0	посещаемость менее 50 %

### 4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

#### Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) с экзаменом

Для дисциплин (модулей), заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена:

В ФОС включен список вопросов и заданий к экзамену и типовой вариант экзаменационного билета.

Экзаменационные вопросы

1. Теплообмен. Виды теплообмена. Их основные характеристики.
2. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности.
3. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Его применение для различных условий
4. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме в однослойной и многослойной плоской стенке
5. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме в однослойной и многослойной цилиндрической стенке

6. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме в однослойной и многослойной шаровой стенке
7. Теплопроводность при нестационарном режиме
8. Тепловая изоляция.
9. Конвективный теплообмен. Виды движения теплоносителя. Факторы, влияющие на процесс конвективного теплообмена. Тепловой и динамический пограничный слой.
10. Теплообмен при свободном движении теплоносителя.
11. Теплообмен при вынужденном движении теплоносителя в трубах.
12. Теплообмен при поперечном обтекании труб.
13. Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества.
14. Теплообмен излучением. Законы теплового излучения
15. Тепловое излучение между твёрдыми телами. Тепловые экраны.
16. Массообмен. Законы массообмена. Аналогия тепло- и массообмена.
17. Тепло- и массообменные процессы в кожухотрубных теплообменных аппаратах.
18. Тепло- и массообменные процессы в водо-воздушных конденсаторах.
19. Тепло- и массообменные процессы в теплообменных аппаратах для охлаждения воздуха
20. Тепло- и массообменные процессы в компрессорах объёмного принципа действия.
21. Тепло- и массообменные процессы в компрессорах динамического принципа действия
22. Тепло- и массообменные процессы в регенеративных теплообменниках, маслоохладителях и маслоотделителях.
23. Тепло- и массообменные процессы в промежуточных сосудах и ресиверах различных типов.
24. Тепло- и массообменные процессы в теплообменных аппаратах теплоиспользующих холодильных машин.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Мурманский арктический университет»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**  
по учебной дисциплине

**«ТЕПЛО- И МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В СИСТЕМАХ  
ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ»**

по направлению подготовки: 16.04.03

«Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»

направленность: «Холодильная техника и технология»

кафедра Технологического и холодильного оборудования

1. Теплообмен. Виды теплообмена. Их основные характеристики.
2. Тепло- и массообменные процессы в водо-воздушных конденсаторах.

---

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой ТХО \_\_\_\_\_ ( Похольченко В. А.)

Оценка	Критерии оценки ответа на экзамене
<i>Отлично</i>	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области, использует при ответе ссылки на материал специализированных источников, в том числе на Интернет-ресурсы.
<i>Хорошо</i>	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
<i>Удовлетворительно</i>	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
<i>Неудовлетворительно</i>	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний. Нет ответа на поставленный вопрос.

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» - 20 баллов, «4» - 15 баллов, «3» - 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

Итоговая оценка по дисциплине (модулю)	Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	91 - 100	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
<i>Хорошо</i>	81-90	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
<i>Удовлетворительно</i>	70- 80	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан
<i>Неудовлетворительно</i>	69 и менее	Контрольные точки не выполнены или не сдан экзамен

### **5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней независимой оценки качества образования**

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания*

## Комплект заданий диагностической работы

<b>ОПК-2</b>	
<i>Способен использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики</i>	
1	<p><i>Давление- это:</i></p> <p>А) сила, отнесённая к единице площади поверхности тела и действующая по нормали к этой поверхности;</p> <p>Б) сила, отнесённая к единице площади поверхности тела;</p> <p>В) сила, действующая по нормали к этой поверхности;</p> <p>Г) сила, отнесённая к единице площади поверхности тела и действующая в любом направлении к этой поверхности;</p>
2	<p><i>Удельный объём тела - это</i></p> <p>А) объём единицы массы;</p> <p>Б) масса единицы объёма;</p> <p>В) величина обратно пропорциональная плотности тела;</p> <p>Г) один из основных термодинамических параметров</p>
3	<p><i>Парообразование – это превращение вещества</i></p> <p>А) из твёрдого состояния в жидкое;</p> <p>Б) из жидкого состояния в газообразное;</p> <p>В) из жидкого в твёрдое;</p> <p>Г) из газообразного в жидкое</p>
4	<p><i>Коэффициент теплопроводности высокоэффективных теплоизоляционных материалов ....., чем коэффициент теплопроводности материалов, применяемых для изготовления корпуса машины</i></p> <p>А) больше</p> <p>Б) меньше</p> <p>В) много больше</p> <p>Г) много меньше</p>
5	<p><i>Теория подобия применима</i></p> <p>А) к качественно одинаковым явлениям</p> <p>Б) к качественно одинаковым понятиям</p> <p>В) к противоположным явлениям</p> <p>Г) к противоположным понятиям</p>
6	<p><i>Естественная конвекция может проходить</i></p> <p>А) в ламинарном режиме</p> <p>Б) в спокойном режиме</p> <p>В) в вынужденном режиме</p> <p>Г) в переходном режиме</p>
7	<p><i>Как изменяется температура внутри многослойной шаровой стенки?</i></p> <p>А) по линейному закону</p> <p>Б) по нелинейному закону</p> <p>В) не изменяется</p> <p>Г) не существует закона изменения температуры</p>
8	<p><i>В качестве теплоносителей в теплообменниках могут использоваться</i></p> <p>А) жидкости и газы</p> <p>Б) только жидкости</p> <p>В) только газы</p> <p>Г) жидкости, газы и твёрдые тела</p>

9	<p><i>Турбулентный режим характеризуется ..... Движением</i></p> <p>А) упорядоченным  Б) беспорядочным  В) восходящим  Г) нисходящим</p>
10	<p><i>Тепловой поток – это количество тепла, проходящее в единицу времени через</i></p> <p>А) площадь изотермической поверхности  Б) площадь горизонтальной поверхности  В) площадь вертикальной поверхности  Г) единицу площади поверхности</p>
<p><b>ПК-2</b>  <b>Способен производить системный анализ имеющихся объектов производства и применения холода, разрабатывать эффективные технологические и конструктивные решения систем холодоснабжения</b></p>	
1	<p><i>Тепловые потери с 1 погонного метра цилиндрической трубы можно определить как</i></p> <p>А) <math>q = \alpha_2(t_{сн} - t_{вх})\pi d_n</math>  Б) <math>q = \alpha_2(t_{сн} - t_{вх})</math>  В) <math>q = \alpha_2(t_{сн} - t_{вх})/\pi d_n</math>  Г) <math>q = \alpha_2(t_{сн} - t_{вх})\pi</math></p>
2	<p><i>Интенсивность теплообмена между стенкой и теплоносителем определяется критерием</i></p> <p>А) <math>Nu = (\alpha d)/\lambda</math>  Б) <math>Gr = (\beta q d^3 \delta t)/\nu</math>  В) <math>Ra = (\beta q d^3 \delta t)/\nu a</math>  Г) <math>Pr = \nu/\alpha</math></p>
3	<p><i>Полное термическое сопротивление через многослойную плоскую стенку находится как</i></p> <p>А) <math>R = 1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2</math>  Б) <math>R = 1/\alpha_1 + \sum_{i=1}^n \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_2</math>  В) <math>R = 1/(\alpha_1 d_1) + \sum_{i=1}^n (1/2\lambda_i) \ln(d_{i+1}/d_i) + 1/(\alpha_2 d_n)</math>  Г) <math>R = 1/(\alpha_1 d_1) + (1/2\lambda_1) \ln(d_{i+1}/d_i) + 1/(\alpha_2 d_n)</math></p>
4	<p><i>Коэффициент теплопередачи многослойной плоской стенки определяется по уравнению</i></p> <p>А) <math>\kappa_1 = 1/(1/(\alpha_1 d_1) + \sum_{i=1}^n (1/2\lambda_i) \ln(d_{i+1}/d_i) + 1/(\alpha_2 d_n))</math>  Б) <math>\kappa_1 = 1/(1/(\alpha_1 d_1) + (1/2\lambda_1) \ln(d_2/d_1) + 1/(\alpha_2 d_2))</math>  В) <math>\kappa = 1/(1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2)</math>  Г) <math>\kappa = 1/(1/\alpha_1 + \sum_{i=1}^n \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_2)</math></p>
5	<p><i>Тепловые потери с 1 погонного метра плоской поверхности можно определить как</i></p>



	<p>А) <math>q = \alpha_2(t_{сн} - t_{вх})\pi d_n</math></p> <p>Б) <math>q = \alpha_2(t_{сн} - t_{вх})</math></p> <p>В) <math>q = \alpha_2(t_{сн} - t_{вх})/\pi d_n</math></p> <p>Г) <math>q = \alpha_2(t_{сн} - t_{вх})\pi</math></p>
6	<p>Определить средний коэффициент теплоотдачи в прямых гладких трубах при движении жидкости в условиях турбулентного режима можно, исходя из следующей формулы для числа Нуссельта</p> <p>А) <math>Nu_{ж1} = 0.15 Re_{ж1}^{1/3} Pr_{ж1}^{0,43} Gr_{ж1}^{0,1} (Pr_{ж1} / Pr_{ст})^{0,25}</math></p> <p>Б) <math>Nu_{ж1} = 0.116(Re_{ж1}^{2/3} - 125) Pr_{ж1}^{1/3} (\mu_{ж1}/\mu_{ст})^{0,14}</math></p> <p>В) <math>Nu_{ж1} = 0.0023 Re_{ж1}^{0,8} Pr_{ж1}^{1/3} (\mu_{ж1}/\mu_{ст})^{0,14}</math></p> <p>Г) <math>Nu_{ж2} = 0.13 Re_{ж2}^{1/3} Gr_{ж2}^{0,1}</math></p>
7	<p>Коэффициент теплопередачи однослойной плоской стенки определяется по уравнению</p> <p>А) <math>\kappa_1 = 1/(1/(\alpha_1 d_1) + \sum_{i=1}^n (1/2\lambda_i) \ln(d_{i+1}/d_i) + 1/(\alpha_2 d_n))</math></p> <p>Б) <math>\kappa_1 = 1/(1/(\alpha_1 d_1) + (1/2\lambda_1) \ln(d_2/d_1) + 1/(\alpha_2 d_2))</math></p> <p>В) <math>\kappa = 1/(1/\alpha_1 + \delta/\lambda + 1/\alpha_2)</math></p> <p>Г) <math>\kappa = 1/(1/\alpha_1 + \sum_{i=1}^n \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_2)</math></p>
8	<p>Определить средний коэффициент теплоотдачи в прямых гладких трубах при движении жидкости в условиях вязкостно-гравитационного режима можно, исходя из следующей формулы для числа Нуссельта</p> <p>А) <math>Nu_{ж1} = 0.15 Re_{ж1}^{1/3} Pr_{ж1}^{0,43} Gr_{ж1}^{0,1} (Pr_{ж1} / Pr_{ст})^{0,25}</math></p> <p>Б) <math>Nu_{ж1} = 0.116(Re_{ж1}^{2/3} - 125) Pr_{ж1}^{1/3} (\mu_{ж1}/\mu_{ст})^{0,14}</math></p> <p>В) <math>Nu_{ж1} = 0.0023 Re_{ж1}^{0,8} Pr_{ж1}^{1/3} (\mu_{ж1}/\mu_{ст})^{0,14}</math></p> <p>Г) <math>Nu_{ж2} = 0.13 Re_{ж2}^{1/3} Gr_{ж2}^{0,1}</math></p>
9	<p>Общее количество теплоты, переданное через многослойную плоскую стенку за определённый промежуток времени можно определить как</p> <p>А) <math>Q = F \cdot \tau \cdot (T_{ж1} - T_{ж2}) / (1/\alpha_1 + \sum_{i=1}^N \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_2)</math></p> <p>Б) <math>Q = \tau \cdot (T_{ж1} - T_{ж2}) / (1/\alpha_1 + \sum_{i=1}^N \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_2)</math></p> <p>В) <math>Q = F \cdot \tau \cdot (T_{ж1} - T_{ж2}) / (1/\alpha_1 + \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_2)</math></p> <p>Г) <math>Q = \tau \cdot (T_{ж1} - T_{ж2}) / (1/\alpha_1 + \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_2)</math></p>
10	<p>Определить средний коэффициент теплоотдачи в прямых гладких трубах при движении воздуха и других двухатомных газов можно, исходя из следующей формулы для числа Нуссельта</p> <p>А) <math>Nu_{ж1} = 0.15 Re_{ж1}^{1/3} Pr_{ж1}^{0,43} Gr_{ж1}^{0,1} (Pr_{ж1} / Pr_{ст})^{0,25}</math></p> <p>Б) <math>Nu_{ж1} = 0.116(Re_{ж1}^{2/3} - 125) Pr_{ж1}^{1/3} (\mu_{ж1}/\mu_{ст})^{0,14}</math></p> <p>В) <math>Nu_{ж1} = 0.0023 Re_{ж1}^{0,8} Pr_{ж1}^{1/3} (\mu_{ж1}/\mu_{ст})^{0,14}</math></p>

$$\Gamma) \text{Nu}_{\text{ж2}} = 0.13 \text{Re}_{\text{ж2}}^{1/3} \text{Gr}_{\text{ж2}}^{0.1}$$