

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

13.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.22 Основы теории тепломассообмена

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки (специальность)	16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения
Квалификация выпускника	Бакалавр (бакалавр/магистр/специалист)
Направленность	Холодильная техника и технологии

Курс	2, 3
Семестр	4, 5

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	288 / 8	часов/зачетных единиц
Лекции	36	часов
Лабораторные работы	18	часов
Практические занятия	54	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	108	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	5	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	144	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	5	семестр
Зачет	4	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ЭП	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра "Энергообеспечение предприятий"

(наименование кафедры)		
29.01.2025	протокол №	5
(дата)		
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	П.Н. Анисимов
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	П.Н. Анисимов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.В. Костромин
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Зверев Сергей Владимирович, Генеральный директор АО "Йошкар-Олинский
мясокомбинат"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 17.02.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-1 Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин применительно к низкотемпературной технике	знания: Знать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин применительно к низкотемпературной технике умения: - навыки: -
	ОПК-1.2 Уметь пользоваться теоретическими и практическими знаниями фундаментальных законов природы и основных законов естественнонаучных дисциплин применительно к низкотемпературной технике	знания: - умения: Уметь пользоваться теоретическими и практическими знаниями фундаментальных законов природы и основных законов естественнонаучных дисциплин применительно к низкотемпературной технике навыки: -
	ОПК-1.3 Владеть физико-математическим аппаратом основных законов естественнонаучных дисциплин для решения задач низкотемпературной технике	знания: - умения: - навыки: Владеть физико-математическим аппаратом основных законов естественнонаучных дисциплин для решения задач низкотемпературной технике
2. ОПК-4 Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной	ОПК-4.1 Знать современные экспериментальными методами исследования для решения профессиональных задач в области низкотемпературной техники	знания: Знать современные экспериментальными методами исследования для решения профессиональных задач в области низкотемпературной техники умения: - навыки: -

области технической физики, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональ- ной деятельности	ОПК-4.2 Уметь составлять практические рекомендации по использованию полученных экспериментальных результатов для повышения эффективности низкотемпературного оборудования	знания: - умения: Уметь составлять практические рекомендации по использованию полученных экспериментальных результатов для повышения эффективности низкотемпературного оборудования навыки: -
	ОПК-4.3 Владеть методикой проведения экспериментальных исследований процессов низкотемпературной техники	знания: - умения: - навыки: Владеть методикой проведения экспериментальных исследований процессов низкотемпературной техник

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Физика (ОПК-1), Техническая термодинамика (ОПК-1), Механика жидкости и газа (ОПК-1), Техническая термодинамика (ОПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Техническая термодинамика (ОПК-1), Техническая термодинамика (ОПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-4)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, процедуры самообучения, практические и лабораторные занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Основные положения учения о теплопроводности.	28	ОПК-1, ОПК-

Стационарные и нестационарные процессы теплопроводности		4
Лекция. Циклы для совместного получения тепла и холода. Тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент	4	
Практическое занятие. Циклы для совместного получения тепла и холода. Тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка лекционного материала по конспекту и подготовка к практическим занятиям	20	
Передача теплоты через различные виды стенок	41	ОПК-1, ОПК-4
Лекция. Передача теплоты через различные виды стенок. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения. Методы решения задач.	7	
Практическое занятие. Передача теплоты через различные виды стенок. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения. Методы решения задач.	7	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка лекционного материала по конспекту и подготовка к практическим занятиям	27	
Теплоотдача при свободном и вынужденном движении теплоносителя	39	ОПК-1, ОПК-4
Лекция. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении теплоносителя. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубе. Теплоотдача при вынужденном продольном и поперечном омывании труб и пучков труб	7	
Практическое занятие. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении теплоносителя. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубе. Теплоотдача при вынужденном продольном и поперечном омывании труб и пучков труб	7	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка лекционного материала по конспекту и подготовка к практическим занятиям	25	
Иная контактная работа: консультации, зачет	0	

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Конвекция	26	ОПК-1, ОПК-4
Лекция. Основные положения учения о конвективном теплообмене. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Определение теплового потока по балансу энергии жидкости. Подobie и моделирование процессов конвективного теплообмена. Общие вопросы обработки результатов измерения и расчета конвективной теплоотдачи. Получение эмпирических формул. Интегральные уравнения пограничного слоя. Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме.	4	

Теплоотдача в жидких металлах, разреженных газах.		
Лабораторная работа. Исследование теплоотдачи горизонтальной трубы при свободном движении воздуха. Исследование теплоотдачи горизонтальной трубы при вынужденном движении воздуха в трубе.	6	
Практическое занятие. Основные положения учения о конвективном теплообмене. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Определение теплового потока по балансу энергии жидкости. Подobie и моделирование процессов конвективного теплообмена. Общие вопросы обработки результатов измерения и расчета конвективной теплоотдачи. Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме.	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Проработка лекционного материала по конспекту и подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Выполнение курсового проекта выполнение курсового проекта/работы	8 10	
Теплообмен при конденсации и кипении	8	ОПК-1, ОПК-4
Лекция. Теплообмен при различных видах конденсации пара. Тепло-обмен при конденсации чистого пара. Механизм процесса теплообмена при пузырьковом кипении жидкости. Теплооб-мен при кипении однокомпонентных жидкостей. Расчет теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости внутри труб.	2	
Практическое занятие. Теплообмен при различных видах конденсации пара. Тепло-обмен при конденсации чистого пара. Механизм процесса теплообмена при пузырьковом кипении жидкости. Теплооб-мен при кипении однокомпонентных жидкостей. Расчет теплоотдачи при пузырьковом кипении жидкости внутри труб.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Проработка лекционного материала по конспекту и подготовка к практическим и лабораторным занятиям. выполнение курсового проекта/работы	2 4	
Тепло-и массообмен в двухкомпонентных средах. Тепло-и массообмен при химических пре-вращениях.	8	ОПК-1, ОПК-4
Лекция. Дифференциальные уравнения тепло-и массообмена. Аналогия процессов теплообмена и массообмена. Основные уравнения тепло-и массообмена при химических превращениях.	2	
Практическое занятие. Дифференциальные уравнения тепло-и массообмена. Аналогия процессов теплообмена и массообмена. Основные уравнения тепло-и массообмена при химических превращениях.	4	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Проработка лекционного материала по конспекту и подготовка к практическим и лабораторным занятиям. выполнение курсового проекта/работы	2 4	ОПК-1, ОПК-4
Теплообмен излучением	34	
Лекция. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной средой. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Методы исследования лучистого теплообмена. Сложный теплообмен. Интегральные уравнения лучистого теплообмена.	6	
Лабораторная работа. Определение коэффициента излучения нержавеющей горизонтальной трубы	6	
Практическое занятие. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной средой. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Методы исследования лучистого теплообмена. Сложный теплообмен. Интегральные уравнения лучистого теплообмена.	12	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Проработка лекционного материала по конспекту и подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Выполнение курсового проекта выполнение курсового проекта/работы	10 14	ОПК-1, ОПК-4
Тепломассообменные аппараты	26	
Лекция. Классификация теплообменных аппаратов. Средняя разность температур и методы ее вычисления. Тепловой расчет регенеративных тепловых аппаратов. Гидромеханический расчет теплообменных аппаратов.	4	
Лабораторная работа. Исследование теплообменника «Труба в трубе»	6	
Практическое занятие. Классификация теплообменных аппаратов. Средняя разность температур и методы ее вычисления. Тепловой расчет регенеративных тепловых аппаратов. Гидромеханический расчет теплообменных аппаратов.	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Проработка лекционного материала по конспекту и подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Выполнение курсового проекта выполнение курсового проекта/работы	8 10	
Иная контактная работа: консультации, защита курсового проекта/работы	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины (модуля) рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине (модулю), концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. (при наличии) Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического (лабораторного) занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины (модуля). Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины (модуля), оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины (модуля), к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины (модуля).

Формой промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) являются зачет и экзамен; по курсовому проекту является дифференцированный зачет.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Тепломассообменное оборудование предприятий [Текст] : метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов специальности "Пром. теплоэнергетика", бакалавров и магистрантов направления "Теплоэнергетика и теплотехника" / ФГБОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т "; [сост. : А. В. Маряшев, В. А. Хлебников]. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2012. - 46 с. Экземпляры: всего 55.	55 / https://portal.volgatech.net/books/Marjashev_Teplomassobmennoe_oborudovanie_predpriyatij.pdf
2.	Примеры и задачи по тепломассообмену [Текст] : [учебное пособие для студентов дневной и заочной форм обучения специальностей 140101 "Тепловые электрические станции", 140104 "Промышленная теплоэнергетика" и 140105 "Энергетика теплотехнологий", для бакалавров и магистров	50

	направлений подготовки 140100.62.68 "Теплоэнергетика" / [В. С. Логинов и др.]. Изд. 2-е, испр. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 254, [1] с. ISBN 978-5-8114-1132-0. Экземпляры: всего 50.	
3.	Цветков, Федор Федотович. Задачник по тепломассообмену [Текст] : [учебное пособие для студентов вузов по направлению подготовки 140100 "Теплоэнергетика", системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации персонала энергетических компаний] / Ф. Ф. Цветков, Р. В. Керимов, В. И. Величко. 3-е изд., стер. Москва: Изд. дом МЭИ, 2010. - 195 с. ISBN 978-5-383-00468-5. Экземпляры: всего 23.	23
4.	Цветков, Федор Федотович. Тепломассообмен [Текст] : [учебник для студентов вузов по направлению подготовки "Теплоэнергетика"] / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев. [Изд. перераб. и доп.]. Москва: Изд. дом МЭИ, 2011. - 558, [1] с. ISBN 978-5-383-00563-7. Экземпляры:	49
5.	Логинов, В. С. Примеры и задачи по тепломассообмену [Электронный ресурс] : учебное пособие / Логинов В. С., Крайнов А. В., Юхнов В. Е., Феоктистов Д. В., Шабунина О. С. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 256 с. ISBN 978-5-8114-1132-0.	https://e.lanbook.com/book/206057
6.	Цирельман, Н. М. Теория и прикладные задачи тепломассопереноса [Электронный ресурс] : учебное пособие / Цирельман Н. М. 2-е изд., испр. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 504 с. ISBN 978-5-8114-3621-7.	https://e.lanbook.com/book/206651
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	125 (I)	Лабораторный стенд-тренажер "Тепловой насос (1), Лабораторный стенд-тренажер "Холодильник-1" (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio

			Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Платформа nanoCAD, КОМПАС-3D V19, nanoCAD Инженерный BIM
2.	121 (I)	УСТАНОВКА ИЗ ТЕПЛОПР (1), УСТАНОВКА ИЗУЧ.ТЕПЛ. (1), УСТАНОВКА ТП-003 (1), УСТАНОВКА ТП-005 (1), УСТАНОВКА ТП-011 (1), Циркуляционный термостат ЛАБ-ТЖ-ТС 01/26-100 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Платформа nanoCAD, КОМПАС-3D V19, nanoCAD Инженерный BIM

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно	хорошо

	применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Нулевой билет

Экзаменационный билет по дисциплине "Основы теории тепломассообмена"

1. Тепловой поток. Закон Фурье
2. Граничные условия третьего рода

Заведующий кафедрой ЭП Медяков А. А.

1. Какое из критериальных уравнений необходимо применять при свободном движении среды? А. $Nu = f(Re, Pr, Gr)$ Б. $Nu = f(Re, Pr)$ В. $Nu = f(Pr, Gr)$

2. Что характеризует собой критерий Нуссельта? А. Соотношение подъемной силы и силы молекулярного трения Б. Физические свойства теплоносителя В. Конвективный теплообмен между теплоносителем и твердым телом Г. Соотношение между силами давления и силами инерции.

3. Каким выражением определяется коэффициент поглощения? А. $R = QR/Q$ Б. $A = QA/Q$ В. $D = QD/Q$

4. Какой теплообменный аппарат имеет наибольший КПД? А. Прямоточного тока Б. Противоточного тока В. Поперечного тока

5. Укажите уравнения для расчета теплообменных аппаратов. Choisissez une: А. $Q = K A \Delta T$ Б. $Q = m \Delta h$

B. $dQ_{\tau} = -\lambda dA dt \text{ grad} T$

6. Укажите закон Стефана-Больцмана для лучистого потока, распределяемого между двумя пластинами .А. $Q = \text{Сприв.} [(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4] F$; Б. $E_0 = (C_1 \lambda - 5) / (e - 1)$; В. $E_f = E_n \cos \phi$; Г. $E_f = E_n \cos \phi$

7. Укажите закон Вина .А. $E_0 = C_0 (T/100)^4$ В. $\lambda_{\max} = 2,9/T$ С. $\epsilon = C/C_0$

8. По какому уравнению определяется степень черноты тела? А. Б. $E_0 = C_0 (T/100)^4$ С. $E_f = E_n \cos \phi$

9. Во сколько раз уменьшится поток лучистой энергии между двумя телами при установке одного экрана между ними при условии равенства их степени черноты? А. В два раза Б. В три раза В. В четыре раза

10. При каком значении критерия Рейнольдса одиночная труба омывается безотрывно набегающим потоком жидкости? А. $Re > 10$ Б. $Re < 5$ В. $Re = 2320$

11. В каком сечении вдоль вертикальной трубы в случае свободного ламинарного движения потока значение коэффициента теплоотдачи будет наибольшим? А. В верхнем сечении Б. В среднем сечении В. В нижнем сечении

12. Какой параметр является определяющим при расчете величины α горизонтальной трубы при свободном движении воздуха? А. Длина Б. Диаметр В. Температура

13. Что называется кипением? А. Процесс парообразования, при котором внутри жидкости образуются новые свободные поверхности раздела жидкой и паровой фаз. Б. Процесс парообразования, при котором внутри жидкости, нагретой выше температуры насыщения образуются новые свободные поверхности раздела жидкой и паровой фаз. В. Процесс парообразования, при котором внутри жидкости, находящейся при атмосферном давлении образуются новые свободные поверхности раздела жидкой и паровой фаз.

14. Условие кипения на твердой поверхности? А. Кипение на твердой поверхности теплообмена возникает тогда, когда температура поверхности теплообмена выше температуры кипящей жидкости, нагретой выше температуры насыщения при данном давлении. Б. Кипение на твердой поверхности теплообмена возникает тогда, когда температура поверхности теплообмена ниже температуры кипящей жидкости, нагретой выше температуры насыщения при данном давлении. В. Кипение на твердой поверхности теплообмена возникает тогда, когда температура поверхности теплообмена ниже температуры кипящей жидкости, нагретой ниже температуры насыщения при данном давлении.

15. Что называется диффузией? А. Самопроизвольный процесс проникновения молекул одного вещества в другое в направлении установления внутри тел равновесной концентрации. Б. Процесс проникновения молекул одного вещества в другое в направлении установления внутри тел различной концентрации. В. Самопроизвольный процесс проникновения молекул одного вещества в другое в направлении установления внутри тел равновесного давления

16. Что называется массообменом? А. Переход вещества из одной фазы в другую посредством молярной диффузии. Б. Переход вещества из одной фазы в другую посредством молекулярной и молярной диффузии. В. Переход вещества из одной фазы в другую посредством молярной диффузии

17. Сформулировать закон Фика? А. Плотность диффузионного потока вещества (количество вещества, диффундирующего в единицу времени через единицу площади из концентрационной поверхности) прямо пропорциональна градиенту концентраций. Б. . Плотность диффузионного потока вещества (количество вещества, диффундирующего в единицу времени через единицу площади из концентрационной поверхности) обратно пропорциональна градиенту концентраций. В. Плотность диффузионного потока вещества (количество вещества, диффундирующего в единицу времени через

единицу площади из концентрационной поверхности) прямо не зависит от градиента концентраций.

18. Каким образом может быть удалена из вещества химически связанная влага? А. Только путем интенсивного прокаливания, которое обычно связано с изменением структуры вещества. Б. Только путем прокаливания, которое не связано с изменением структуры вещества. В. Только путем интенсивного прокаливания, которое обычно связано с изменением формы вещества.

19. Что характеризует критерий Лыкова? А. Гомохронность полей переноса теплоты и массы вещества. Б. Интенсивность поля влажности по сравнению с интенсивностью температурного поля. В. Зависимость влажности тела от его температуры.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов для промежуточной аттестации в форме зачета

3. Тепловой поток. Закон Фурье
4. Граничные условия третьего рода
5. Передача теплоты теплопроводностью через однослойную и многослойную плоскую стенку
6. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую стенку (Граничные условия третьего рода)
7. Пути интенсификации теплопередачи
8. Основные понятия и определения конвективного теплообмена
9. Теплоотдача при поперечном омывании труб.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Факторы, влияющие на интенсивность конвективного теплообмена
2. Теплообмен при конденсации чистого пара. Виды конденсации.
3. Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара
4. Теплообмен при пузырьковом кипении жидкости
5. Дифференциальное уравнение теплопроводности
6. Теплопередача через цилиндрическую стенку (граничные условия третьего рода)
7. Теплообмен при конденсации чистого пара. Виды конденсации.
8. Температурное поле
9. Температурный градиент
10. Коэффициент теплопроводности
11. Дифференциальное уравнение теплопроводности
12. Критерии подобия. Общий вид критериальных уравнений конвективного теплообмена
13. Основные законы теплового излучения

14. Термическое сопротивление передачи теплоты при конденсации
15. Влияние режима течения при конденсации
16. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости по трубам
17. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку
18. Критический диаметр изоляции цилиндрической стенки