

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

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

02.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.21 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, 6

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	252 / 7	часов/зачетных единиц
Лекции	10	часов
Лабораторные работы	6	часов
Практические занятия	16	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	32	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	6	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	184	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	6	семестр
Зачет	5	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:

заведующий кафедрой 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"

29.12.2021	протокол №	4
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

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

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

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

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Зверев Сергей Владимирович, главный инженер АО "Йошкар-Олинский  
мясокомбинат"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 07.02.2022 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	<b>знания:</b> Знать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин применительно к низкотемпературной технике <b>умения:</b> - <b>навыки:</b> -
	ОПК-1.2 Уметь пользоваться теоретическими и практическими знаниями фундаментальных законов природы и основных законов естественнонаучных дисциплин применительно к низкотемпературной технике	<b>знания:</b> - <b>умения:</b> Уметь пользоваться теоретическими и практическими знаниями фундаментальных законов природы и основных законов естественнонаучных дисциплин применительно к низкотемпературной технике <b>навыки:</b> -
	ОПК-1.3 Владеть физико-математическим аппаратом основных законов естественнонаучных дисциплин для решения задач низкотемпературной техники	<b>знания:</b> - <b>умения:</b> - <b>навыки:</b> Владеть физико-математическим аппаратом основных законов естественнонаучных дисциплин для решения задач низкотемпературной техники
2. ОПК-4 Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Знать современные экспериментальными методами исследования для решения профессиональных задач в области низкотемпературной техники	<b>знания:</b> Знать современные экспериментальными методами исследования для решения профессиональных задач в области низкотемпературной техники <b>умения:</b> - <b>навыки:</b> -
	ОПК-4.2 Уметь составлять практические рекомендации по использованию полученных экспериментальных результатов для повышения	<b>знания:</b> - <b>умения:</b> Уметь составлять практические рекомендации по использованию полученных экспериментальных результатов для повышения эффективности низкотемпературного оборудования <b>навыки:</b> -

	эффективности низкотемпературного оборудования	
	ОПК-4.3 Владеть методикой проведения экспериментальных исследований процессов низкотемпературной техники	<b>знания:</b> - <b>умения:</b> - <b>навыки:</b> 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
<b>1 часть</b>	<b>72</b>	ОПК-1, ОПК-4
Лекция. Математическое описание процесса теплопроводности	2	
Лекция. Стационарные процессы переноса теплоты в твердых телах	2	
Лекция. Уравнения теории конвективного теплообмена	2	
Практическое занятие. Передача теплоты через плоскую	2	
Практическое занятие. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение реферата Изучение конспектов лекций, подготовка к практическим занятиям, изучение литературы. Подготовка реферата по тематике, выданной преподавателем.	62	
Иная контактная работа:	0	

### 5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>2 часть</b>	<b>72</b>	ОПК-1, ОПК-4
Лекция. Свободная конвекция. Течение и теплообмен в трубах	2	
Лекция. Теплообмен излучением. Теплообмен излучением	2	
Практическое занятие. Расчет конвективного теплообмена. Свободная конвекция	2	
Практическое занятие. Расчет конвективного теплообмена. Вынужденная конвекция	2	
Практическое занятие. Расчет конвективного теплообмена. Течение в трубах.	2	
Лабораторная работа. Исследование теплопроводности фторопласта	2	
Лабораторная работа. Определение теплопроводности воздуха	2	
Лабораторная работа. Исследование теплообменника "Труба в трубе"	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение реферата Изучение конспектов лекций, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, изучение литературы. Подготовка реферата по тематике, выданной преподавателем.	56	
Иная контактная работа: консультации, зачет	0	

### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>3 часть</b>	<b>26</b>	ОПК-1, ОПК-4
Практическое занятие. Расчет теплообменных аппаратов. Конструктивный расчет.	4	
Практическое занятие. Расчет теплообменных аппаратов. поверочный расчет.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Изучение конспектов лекций, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, изучение литературы. Выполнение курсового проекта по заданию преподавателя.	20	
выполнение курсового проекта/работы	46	
Иная контактная работа: защита курсового проекта/работы, консультации	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).

Изучение дисциплины (модуля) включает подготовку реферата.

Реферат оформляется по тематике, выданной преподавателем, в объеме 10-15 стр формата А4.

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
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Курылев, Евгений Сергеевич. Холодильные установки [Текст] : учеб. для вузов по специальностям "Техника и физика низких температур" и "Холодил., криогенная техника и кондиционирование" / Е. С. Курылев, В. В. Оносовский, Ю. Д. Румянцев. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Политехника, 2004. - 575 с. ISBN 5-7325-0690-X. Экземпляры: всего 15.	15
2.	Бабакин, Борис Сергеевич. Бытовые холодильники Азии и Америки [Текст] : учебник по направлениям подготовки бакалавров 16.03.03 и магистров 16.04.03 "Холодильная криогенная техника и системы жизнеобеспечения"	5

	бакалавров 23.03.03 и магистров 23.04.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" с профилем подготовки "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (Холодильные установки, оборудование и системы кондиционирования)" / Б. С. Бабакин, С. Б. Бабакин. Москва: ДеЛи, 2022. - 330, [1] с. ISBN 978-5-6047438-3-6. Экземпляры: всего 5.	
3.	Бабакин, Борис Сергеевич. Бытовые холодильники Европы [Текст] : учебное пособие по направлениям подготовки бакалавров 16.03.03 и магистров 16.04.03 "Холодильная криогенная техника и системы жизнеобеспечения", бакалавров 23.03.03 и магистров 23.04.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" с профилем подготовки "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (Холодильные установки, оборудования и системы кондиционирования)" / Б. С. Бабакин, С. Б. Бабакин. Москва: ДеЛи, 2020. - 274, [2] с. ISBN 978-5-6042712-7-8. Экземпляры: всего 9.	9
4.	Бабакин, Борис Сергеевич. Бытовые холодильники и морозильники : справочник [Текст] : учебное пособие по специальности 230100.08 (190603) - "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (Холодильные установки, оборудование и системы кондиционирования)", по специальности 101700 (140504) - "Холодильники, криогенная техника и кондиционирование" / Б. С. Бабакин, В. А. Выгодин. 3-е изд., испр. и доп. Рязань: Узорочье, 2005. - 859, [1] с. ISBN 5-85057-555-3. Экземпляры: всего 9.	9
5.	Бабакин, Борис Сергеевич. Диагностика работы дросселирующих устройств и контроллеров холодильных систем [Текст] : учебное пособие по специальностям : 140504 - "Холодильная криогенная техника и кондиционирование", 190603 - "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (холодильные установки, оборудование и системы кондиционирования)" / Б.С. Бабакин. Рязань: Узорочье, 2004. - 274 с. ISBN 5-85057-547-2. Экземпляры: всего 9.	9
6.	Бабакин, Борис Сергеевич. Проектирование и сервис холодильных систем [Текст] : учебник по направлениям подготовки бакалавров 16.03.03 и магистров 16.04.03 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения", по направлениям подготовки бакалавров 23.03.03 и магистров 23.04.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" (профиль подготовки "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования (Холодильные установки, оборудование и системы кондиционирования)") / Б. С. Бабакин, С. Б. Бабакин. Москва: ДеЛи плюс, 2018. - 193, [1] с. ISBN 978-5-9009883-4-7. Экземпляры: всего 5.	5

7.	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 58.	58 / <a href="https://portal.volgattech.net/books/Marjashev_Teplomassoobmennoe_oborudovanie_pr edprijatij.pdf">https://portal.volgattech.net/books/Marjashev_Teplomassoobmennoe_oborudovanie_pr edprijatij.pdf</a>
8.	Дерюгин, В. В. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Дерюгин В. В., Васильев В. Ф., Уляшева В. М.; Дерюгин В. В., Уляшева В. М. 6-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 240 с. ISBN 978-5-507-46436-4.	<a href="https://e.lanbook.com/book/310160">https://e.lanbook.com/book/310160</a>
9.	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
10.	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
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Информационно-правовой портал Гарант	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
2.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 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 применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо

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. 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.  $R = Q_R/Q$  Б.  $A = Q_A/Q$  В.  $D = Q_D/Q$

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.  $Q = m \Delta h$  В.  $dQ_t = -\lambda dA dt \text{ grad } T$

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.  $E_\phi = E_n \cos \phi$ ; Г.  $E_\phi = E_n \cos \phi$

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

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

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  $\alpha$  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 прокалывания, которое обычно связано с изменением структуры вещества. Б. Только путем прокалывания, которое не связано с изменением структуры вещества. В. Только путем интенсивного прокалывания, 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

