

Министерство образования и науки Астраханской области
Государственное автономное образовательное учреждение
Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет»
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор



И.Ю. Петрова /
И. О. Ф.

2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Тепломассообмен

(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

По направлению подготовки

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)

Направленность (профиль)

«Энергообеспечение предприятий»

(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)

Кафедра

Инженерные системы и экология

Квалификация выпускника *бакалавр*

Астрахань - 2019

Содержание:

	Стр.
1. Цель освоения дисциплины	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий	6
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий (в академических часах)	6
5.1.1. Очная форма обучения	6
5.1.2. Заочная форма обучения	7
5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам	8
5.2.1. Содержание лекционных занятий	8
5.2.2. Содержание лабораторных занятий	9
5.2.3. Содержание практических занятий	10
5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
5.2.6. Темы контрольных работ	11
5.2.7. Темы курсовых проектов/курсовых работ	11
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
7. Образовательные технологии	12
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	14
8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины	14
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
10. Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	15

1. Цель освоения дисциплины

Целью учебной дисциплины «Тепломассообмен» является формирование компетенций обучающегося в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

ОПК-3. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ОПК-3.6. Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы.

Знать:

- основные законы и способы переноса теплоты и массы;

Уметь:

- демонстрировать понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы;

Иметь навыки:

- демонстрации понимания основных законов и способов переноса теплоты и массы;

ОПК-3.7. Применяет знания основ теплообмена в теплотехнических установках.

Знать:

- основы теплообмена в теплотехнических установках;

Уметь:

- применять знания основ теплообмена в теплотехнических установках;

Иметь навыки:

- Применения знаний основ теплообмена в теплотехнических установках.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина Б1.0.20 «Тепломассообмен» реализуется в рамках в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательной части. Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: «Физика».

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Форма обучения	Очная	Заочная
1	2	3
Трудоемкость в зачетных единицах:	4 семестр – 4 з.е.; 5 семестр – 4 з.е.; всего - 8 з.е.	5 семестр – 1 з.е.; 6 семестр – 4 з.е.; 7 семестр – 3 з.е. всего – 8 з.е.
Лекции (Л)	4 семестр – 16 часов; 5 семестр – 18 часов;	5 семестр – 2 часа; 6 семестр – 4 часа;

	всего - 34 часа.	7 семестр – 4 часа. всего – 10 часов.
Лабораторные занятия (ЛЗ)	4 семестр – 16 часов; 5 семестр – учебным планом не предусмотрены; всего - 16 часов.	5 семестр – учебным планом не предусмотрены; 6 семестр – 8 часов; 7 семестр- учебным планом не предусмотрены всего – 8 часов.
Практические занятия (ПЗ)	4 семестр – 32 часа; 5 семестр – 34 часа; всего - 66 часов	5 семестр – 2 часа; 6 семестр – 8 часов; 7 семестр – 4 часа. всего - 14 часов
Самостоятельная работа студента (СР)	4 семестр – 80 часов; 5 семестр – 92 часа; всего - 172 часа	5 семестр – 32 часа; 6 семестр – 124 часа; 7 семестр – 100 часов. всего - 256 часов
Форма текущего контроля:		
Контрольная работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Форма промежуточной аттестации:		
Экзамены	5 семестр	7 семестр
Зачет	4 семестр	6 семестр
Зачет с оценкой	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовая работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовой проект	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>

5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий

5.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий (в академических часах)

5.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины. (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающегося				Форма те- кущего кон- троля и про- межуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Раздел 1. Теплопроводность	36	4	8	8	16	4	Зачет, Экзамен
2.	Раздел 2. Конвективный теплообмен	108	4	8	8	16	76	
3.	Раздел 3. Теплообмен при фазовых превращениях	36	5	6	-	11	19	
4.	Раздел 4. Теплообмен излучением	54	5	6	-	11	37	
5.	Раздел 5. Массообмен	54	5	6	-	12	36	
Итого:		288	-	34	16	66	172	

5.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины. (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающегося				Форма те- кущего кон- троля и про- межуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Раздел 1. Теплопроводность	36	5	2	-	2	32	Зачет, Экзамен
2.	Раздел 2. Конвективный теплообмен	108	6	2	4	4	98	
3.	Раздел 3. Теплообмен при фазовых превращениях	36	6	2	4	4	26	
4.	Раздел 4. Теплообмен излучением	54	7	2	-	2	50	
5.	Раздел 5. Массообмен	54	7	2	-	2	50	
Итого:		288	-	10	8	14	256	

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Раздел 1. Теплопроводность	Основные положения теплопроводности. Роль теплообмена в современной науке и технике. Элементарные способы переноса тепла и массы. Методы исследования тепловых процессов. Основные понятия, используемые при описании процессов переноса тепла. Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток. Плотность теплового потока. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности. Закон Ньютона – Рихмана. Теплопроводность плоской стенки. Теплопроводность через многослойную стенку. Эквивалентный коэффициент теплопроводности плоской стенки. Термическое сопротивление теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Теплопроводность цилиндрической стенки. Линейное термическое сопротивление теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи. Расчет теплопередачи в тонких цилиндрических стенках. Критический диаметр цилиндрической стенки. Температурное поле в сферической стенке. Аналитическое описание процесса. Основные понятия метода нестационарной теплопроводности: безразмерная избыточная температура, критерий Био, критерий Фурье. Нестационарное температурное поле в плоской пластине – решение задачи в безразмерном виде методом разделения переменных. Анализ решения. Зависимость поля температур от числа Фурье. Номограммы. Зависимость поля температур бесконечной пластины от числа Био. Понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы в процессах теплопроводности .
2.	Раздел 2. Конвективный теплообмен	Основные понятия и определения процессов конвективного теплообмена. Физические свойства жидкостей. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена для несжимаемой жидкости. Уравнение теплоотдачи. Уравнение энергии. Уравнение движения. Уравнение неразрывности. Условия однозначности. Уравнение Прандтля для пограничного слоя. Аналогия Рейнольдса. Теория подобия как теоретическая основа экспериментального изучения конвективного теплообмена. Теоремы Кирпичева – Гухмана. π -теорема. Критерий Нуссельта. Критерий Прандтля. Методы экспериментального определения коэффициентов теплоотдачи. Осреднение температуры жидкости по сечению. Осреднение температуры жидкости и температурного напора по длине трубы. Общие сведения о свободной конвекции. Теплоотдача при свободной конвекции жидкости около вертикальной пластины или вертикальной трубы. Ламинарное, турбулентное и смешанное течение жидкости

		в пограничном слое. Теплоотдача при свободной конвекции около горизонтальной пластины. Теплоотдача при свободной конвекции на поверхности горизонтального цилиндра. Теплоотдача при внешнем обтекании тел. Гидродинамика и теплообмен при течении жидкости в трубах и каналах. Понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы в процессах конвективного теплообмена.
3.	Раздел 4. Теплообмен при фазовых превращениях	Теплообмен при конденсации пара. Описание процесса конденсации пара. Определение и классификация процессов конденсации. Термические сопротивления в процессе конденсации пара на охлаждаемой стенке. Сопротивление фазового перехода. Теплообмен при конденсации чистых паров. Термодинамические условия протекания процесса, пленочная и капельная конденсация, связь расхода конденсата и теплового потока на стенке. Теплоотдача при конденсации пара. Теплообмен при кипении жидкости. Теплоотдача при кипении жидкости. Выработка способности демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах. Понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы в процессах теплообмена при фазовых превращениях.
4	Раздел 5. Теплообмен излучением	Общие сведения о тепловом излучении. Спектры излучения. Описание процесса лучистого теплообмена. Собственное, отраженное, поглощенное, пропущенное, эффективное, результирующее излучение. Понятие абсолютно черного тела. Излучательные характеристики абсолютно черного тела. Спектральная плотность потока излучения. Интегральная плотность потока излучения. Законы теплового излучения. Закон Планка. Правило смещения Вина. Закон Стефана – Больцмана. Закон Кирхгофа. Закон Ламберта. Теплообмен излучением. Угловые коэффициенты. Радиационные свойства реальных поверхностей, степень черноты, поглощательная и отражательная способность. Радиационная теплоотдача. Особенности излучения газов и паров. Поглощательная способность и степень черноты среды. Основы переноса излучения в поглощающих, излучающих и рассеивающих средах. Закон Бугера. Степень черноты углекислого газа и водяного пара. Сложный теплообмен. Коэффициент теплоотдачи излучением. Основы тепломассообмена в теплотехнических установках использующих процессы излучения
5	Раздел 6. Массообмен	Диффузия (массообмен) молекулярная и молярная. Концентрационная диффузия, закон Фика, коэффициент диффузии. Термодиффузия, бародиффузия. Уравнения сохранения в общей форме для эйлера контрольного объема. Тепло- и массоотдача. Коэффициент массоотдачи. Стефанов поток. Уравнение конвективной тепло- и массоотдачи. Уравнение энергии и конвективной диффу-

		зии. Диффузионный пограничный слой. Основы тепло-массообмена в теплотехнических установках использующих в качестве рабочего тела сухой насыщенный пар.
--	--	--

5.2.2. Содержание лабораторных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. Теплопроводность	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала
2	Раздел 2. Конвективный теплообмен	Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной конвекции
3	Раздел 3. Массообмен	Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе

5.2.3. Содержание практических занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. Теплопроводность	Входное тестирование. Теплопроводность в однородной и многослойной плоской стенке. Теплопередача в плоской стенке. Определение коэффициента теплопередачи, плотности теплового потока и температуры поверхностей однородной и многослойной стенок. Определение количества теплоты, переданного плоской стенкой в процессе теплопередачи. Теплопроводность и теплопередача в цилиндрической стенке. Применение основных законов и способов переноса теплоты и массы в процессах теплопроводности
2	Раздел 2. Конвективный теплообмен	Физический смысл критериев и чисел подобия конвективного тепло- и массообмена. Вычисление критериев подобия. Теплоотдача при продольном обтекании плоской пластины. Ламинарное и турбулентное свободное движение жидкости. Число Прандтля. Подobie поля скоростей и поля температур. Соотношение толщин температурного и гидродинамического пограничных слоев. Теплоотдача при поперечном обтекании одиночного цилиндра при отрыве ламинарного пограничного слоя и смешанного пограничного слоя. Определение количества теплоты, передаваемого цилиндром. Теплоотдача при поперечном обтекании пучков труб. Шахматный и коридорный пучки труб. Зависимость коэффициента теплоотдачи от угла атаки. Определение количества теплоты, передаваемого пучком труб. Применение основных законов и способов переноса теплоты и массы в процессах конвективного теплообмена.
3	Раздел 3. Теплообмен при фазовых превращениях	Конденсация пара на вертикальной стенке. Уравнение Нуссельта. Теплоотдача при ламинарном течении пленки конденсата. Теплоотдача при смешанном течении пленки конденсата. Теплоотдача при конденсации неподвижного пара на трубах. Теплоотдача при пузырьковом кипении жидкости в большом объеме. Понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы в процессах

		теплообмена при фазовых превращениях.
4	Раздел 4. Теплообмен излучением	Основные законы теплового излучения: Планка, Релея – Джинса, Вина, Стефана – Больцмана, Кирхгофа, косинусов Ламберта. Виды лучистых потоков. Собственное и падающее излучение. Поглощенное, отраженное и пропускаемое излучение. Эффективное и результирующее излучение. Применение основ тепломассообмена в теплотехнических установках использующих процессы излучения.
5	Раздел 5. Массообмен	Определение давления насыщения паров воды. Расчет относительной влажности воздуха. Расчет удельного влагосодержания. Диаграмма состояний водяного пара. Расчет массоотдачи при ламинарном и турбулентном течении жидкости на основе уравнений теплоотдачи. Выработка способности демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах. Применение основ тепломассообмена в теплотехнических установках, использующих в качестве рабочего тела сухой насыщенный пар.

5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Очная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методические материалы
1	2	3	4
1.	Раздел 1. Теплопроводность	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету.	[1], [2], [6].
2.	Раздел 2. Конвективный теплообмен	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету.	[1], [2], [4], [6].
3.	Раздел 3. Теплообмен при фазовых превращениях	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к экзамену	[1], [2], [3].
4.	Раздел 4. Теплообмен излучением	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к экзамену Подготовка к итоговому тестированию	[2], [3], [4].
5.	Раздел 5. Массообмен	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к экзамену. Подготовка к итоговому тестированию	[4].

Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методические материалы
---	---------------------------------	------------	-------------------------------

1	2	3	4
1.	Раздел 1. Теплопроводность	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету.	[1], [2].
2.	Раздел 2. Конвективный теплообмен	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету.	[1], [2], [4], [6].
3.	Раздел 3. Теплообмен при фазовых превращениях	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к итоговому тестированию Подготовка к зачету. Подготовка к лабораторным работам.	[1], [2], [3], [6].
4.	Раздел 4. Теплообмен излучением	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к экзамену Подготовка к итоговому тестированию	[2], [3], [4].
5.	Раздел 5. Массообмен	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к экзамену. Подготовка к итоговому тестированию	[4].

5.2.5. Тема контрольной работы

Учебным планом не предусмотрены.

5.2.6. Темы курсовых проектов/ курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация деятельности студента
<p><u>Лекция</u> В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.</p>
<p><u>Практическое занятие</u> Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов.</p>
<p><u>Самостоятельная работа</u> Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать: – конспектирование (составление тезисов) лекций; – работу со справочной и методической литературой; – работу с нормативными правовыми актами; – участие в тестировании и др. Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из: – повторение лекционного материала; – изучения учебной и научной литературы; – изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);</p>

- подготовка к тестированию и т.д.;
- подготовки рефератов по заданию преподавателя;
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях.
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов, написания рефератов по отдельным вопросам изучаемой темы.

Лабораторное занятие

Работа в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.

Подготовка к зачету

Подготовка студентов к зачету включает три стадии:

- самостоятельная работа в течение учебного года (семестра);
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету;
- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билете.

Подготовка к экзамену

Подготовка студентов к экзамену включает три стадии:

- самостоятельная работа в течение учебного года;
 - непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену;
- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билете.

7. Образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Тепломассообмен».

Традиционные образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Тепломассообмен» проводятся с использованием традиционных образовательных технологий ориентирующиеся на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер. Формы учебных занятий по дисциплине «Тепломассообмен» с использованием традиционных технологий:

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторное занятие – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с моделями реальных объектов.

Интерактивные технологии

По дисциплине «Тепломассообмен» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

Лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками). Такой тип лекций рассчитан на стимулирование обучающихся к постоянному кон-

тролю предлагаемой информации и поиску ошибок. В конце лекции проводится диагностика знаний студентов и разбор сделанных ошибок.

По дисциплине «Тепломассообмен» практические занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Работа в малых группах – это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Все это часто бывает невозможно в большом коллективе.

Ролевые игры – совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Техническая термодинамика. Тепломассообмен. Учебник. Мирам А.О. Москва. АСВ. 2016.
2. Теплотехника. Учебник. Шатров М.Г. Москва. Издательский центр «Академия». 2012.
3. Теплотехника. Луканин В.Н. Москва. Высшая школа. 2006
4. Кудинов И.В., Стефанюк Е.В. Теоретические основы теплотехники: учебное пособие, Ч. I. Термодинамика Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013, 172 стр. https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=256110&sr=1 [Дата обращения 24.08.2019 г.]

б) дополнительная литература:

4. Сборник задач по теплотехнике. Шатров М.Г. Москва. Издательский центр «Академия». 2012.
5. Никитин В.А. Лекции по теплотехнике: конспект лекций. Оренбург: ОГУ, 2011. 532 стр. https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=259242&sr=1 [Дата обращения 24.08.2019 г.]

в) перечень учебно-методического обеспечения:

6. Методическое пособие по виртуальному лабораторному комплексу «Теплотехника», г. Тверь.

8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. 7-Zip
2. Office 365
3. Adobe Acrobat Reader DC.
4. Internet Explorer.
5. Apache Open Office.
6. Google Chrome
7. VLC media player
8. Azure Dev Tools for Teaching
9. Kaspersky Endpoint Security

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины

1. Электронная информационно-образовательная среда Университета:
(<http://edu.aucu.ru>, <http://moodle.aucu.ru>)

2. «Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» (<https://biblioclub.ru/>)
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (www.iprbookshop.ru)
4. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru/>)
5. Консультант+ (<http://www.consultant-urist.ru/>)
6. Федеральный институт промышленной собственности (<http://www1.fips.ru/>)
7. Патентная база USPTO (<http://www.uspto.gov/patents-application-process/search-patents>)

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения учебных занятий: 414006, г. Астрахань, пер. Шахтерский / ул. Л.Толстого/ул. Сеченова,2/29/2, аудитории №301, №202, №303, №201	<p align="center">№301</p> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
		<p align="center">№202</p> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
		<p align="center">№303</p> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
		<p align="center">№201</p> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
2	Помещение для самостоятельной работы: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 22а, аудитория № 201, 203. 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18а, библиотека, читальный зал.	<p align="center">№201</p> Комплект учебной мебели. Компьютеры – 8 шт. Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
		<p align="center">№203</p> Комплект учебной мебели. Компьютеры – 8 шт. Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
		<p align="center">библиотека, читальный зал</p> Комплект учебной мебели. Компьютеры – 4 шт. Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

10. Особенности организации обучения по дисциплине «Тепломассообмен» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Тепломассообмен» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине
«Тепломассообмен»
ОПОП ВО по направлению подготовки
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,
направленность (профиль)
«Энергообеспечение предприятий»
по программе бакалавриата

Тагиром Фасхидиновичем Шамсудиновым (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Тепломассообмен» ОПОП ВО по направлению подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, по программе *бакалавриата*, разработанной в ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «*Инженерные системы и экология*» (разработчик – *ст. преподаватель Муканов Р.В.*).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Тепломассообмен» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от **28.02.2018 № 143** и зарегистрированного в Минюсте России **22.03.2018 № 50480**.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к *части формируемой участниками образовательных отношений* части учебного цикла Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность (профиль) «*Энергообеспечение предприятий*».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Тепломассообмен» закреплена **1 компетенция**, которая реализуется в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях *знать, уметь, иметь навыки* соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Учебная дисциплина «Тепломассообмен» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность (профиль) «*Энергообеспечение предприятий*» и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестации знаний *бакалавра*, предусмотренная Программой, осуществляется в форме *зачета и экзамена*. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность (профиль) «*Энергообеспечение предприятий*».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»** и специфике

дисциплины «**Тепломассообмен**» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «**Тепломассообмен**» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «**Инженерные системы и экология**» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом, освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность (профиль) «**Энергообеспечение предприятий**».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «**Тепломассообмен**» представлены: **перечнем материалов текущего контроля и промежуточной аттестации.**

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «**Тепломассообмен**» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «**Тепломассообмен**» ОПОП ВО по направлению подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, по программе **бакалавриата**, разработанная ст. преподавателем Мукановым Р.В. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность (профиль) «**Энергообеспечение предприятий**» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:
Директор, ООО «НПРФ «Ярканон»



Т. Ф. Шамсудинов
(подпись)

Шамсудинов Т.Ф.
И. О. Ф.

"19" апреля 2019 г

Аннотация

к рабочей программе дисциплины **«Тепломассообмен»** по направлению подготовки
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,
направленность (профиль)
«Энергообеспечение предприятий».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц.

Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен.

Целью учебной дисциплины **«Тепломассообмен»** является формирование компетенций обучающегося в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина **«Тепломассообмен»** входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)», обязательной части. Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: **«Физика»**.

Краткое содержание дисциплины:

- Раздел 1. Теплопроводность
- Раздел 2. Конвективный теплообмен
- Раздел 3. Теплообмен при фазовых превращениях
- Раздел 4. Теплообмен излучением
- Раздел 5. Массообмен

И.о. заведующего кафедрой


подпись

/Е.М.Дербасова/
И. О. Ф.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине
«Тепломассообмен»
ОПОП ВО по направлению подготовки
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»,
направленность (профиль)
«Энергообеспечение предприятий»
по программе бакалавриата

Аляутдиновой Юлией Амировной (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине **«Тепломассообмен»** ОПОП ВО по направлению подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, по программе **бакалавриата**, разработанной в ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре **«Инженерные системы и экология»** (разработчик – *ст. преподаватель Муканов Р.В.*).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины **«Тепломассообмен»** (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от **28.02.2018 № 143** и зарегистрированного в Минюсте России **22.03.2018 № 50480**.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной **части** учебного цикла Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность (профиль) **«Энергообеспечение предприятий»**.

В соответствии с Программой за дисциплиной **«Тепломассообмен»** закреплено **2 компетенции**, которые реализуются в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях **знать, уметь, иметь навыки** соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Учебная дисциплина **«Тепломассообмен»** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность (профиль) **«Энергообеспечение предприятий»** и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестации знаний **бакалавра**, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **зачета и экзамена**. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность (профиль) **«Энергообеспечение предприятий»**.

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»** и специфике

дисциплины «**Тепломассообмен**» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «**Тепломассообмен**» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «**Инженерные системы и экология**» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом, освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по данному направлению подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность (профиль) «**Энергообеспечение предприятий**».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «**Тепломассообмен**» представлены: **перечнем материалов текущего контроля и промежуточной аттестации.**

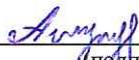
Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «**Тепломассообмен**» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «**Тепломассообмен**» ОПОП ВО по направлению подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, по программе **бакалавриата**, разработанная ст. преподавателем Мукановым Р.В. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, направленность (профиль) «**Энергообеспечение предприятий**» и могут быть рекомендованы к использованию.

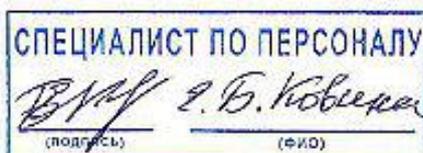
Рецензент:

К.т.н., доцент кафедры ИСЭ


(подпись)

ЛЮ.А.Аляутдинова /
И. О. Ф.

Подпись Аляутдиновой Л.А. завершено.



Министерство образования и науки Астраханской области
Государственное автономное образовательное учреждение
Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет»
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор



И.Ю. Петрова /

И. О. Ф.

2019 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Наименование дисциплины

Тепломассообмен

(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

По направлению подготовки

13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"

(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)

Направленность (профиль)

"Энергообеспечение предприятий"

(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)

Кафедра

Инженерные системы и экология

Квалификация выпускника *бакалавр*

Астрахань - 2019

Разработчики:

Ст. препод.

(занимаемая должность,
учёная степень и учёное звание)



(подпись)

/Р.В. Муканов/

И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Инженерные системы и экология» протокол № 9 от 22.04.2019.

И.о. заведующего кафедрой



(подпись)

И. О. Ф.

Согласовано:

Председатель МКН

«Теплотехника и теплоэнергетика»

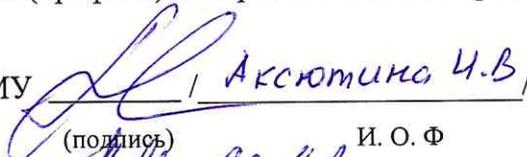
направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»



(подпись)

И. О. Ф.

Начальник УМУ



(подпись)

И. О. Ф

Специалист УМУ



(подпись)

И. О. Ф

СОДЕРЖАНИЕ:

	Стр.
1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	4
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программ	4
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля успеваемости	6
1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
1.2.3. Шкала оценивания	9
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	10
2.1. Экзамен	10
2.2. Зачет	10
2.3. Защита лабораторной работы	11
2.4. Тест	11
3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	12
4. Приложение	13

1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные и методические материалы является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины (далее РПД) и представлен в виде отдельного документа

1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индекс и формулировка компетенции		Индикаторы достижения компетенций, установленные ОПОП	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1 РПД)					Формы контроля с конкретизацией задания
			1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОПК-3. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.	ОПК-3.6. Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы	Знать:						
		основные законы и способы переноса теплоты и массы	X	X	X	-	-	Экзамен (вопросы 1-6) Защита лабораторной работы (№1-2) Типовые вопросы к зачету (1-10) Типовые вопросы к итоговому тестированию (1-7)
		Уметь:						
		демонстрировать понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы	X	X	X	-	-	Экзамен (вопросы 7-21) Защита лабораторной работы (№1-2) Типовые вопросы к зачету (11-19) Типовые вопросы к итоговому тестированию (8-15)
	Иметь навыки:							
		демонстрации понимания основных законов и способов переноса теплоты и массы	X	X	X	-	-	Экзамен (вопросы 22-30) Типовые вопросы к зачету (20-25) Типовые вопросы к итоговому тестированию (16-22)
	ОПК-3.7. Применяет знания основ теплообмена в	Знать:						
		основы теплообмена в	-	-	-	X	X	Экзамен (вопросы 31-43)

	теплотехнических установках	теплотехнических установках						Типовые вопросы к зачету (26-31) Типовые вопросы к итоговому тестированию (23-29)
		Уметь:						
		применять знания основ теплообмена в теплотехнических установках	-	-	-	X	X	Экзамен (вопросы 44-72) Защита лабораторной работы (№3) Типовые вопросы к зачету (32-40) Типовые вопросы к итоговому тестированию (30-35)
		Иметь навыки:						
		применения знаний основ теплообмена в теплотехнических установках	-	-	-	X	X	Экзамен (вопросы 73-91) Защита лабораторной работы (№3) Типовые вопросы к зачету (41-50) Типовые вопросы к итоговому тестированию (36-40)

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

1.2.1. Перечень оценочных средств текущей формы контроля успеваемости

Наименование оценочного средства 1	Краткая характеристика оценочного средства 2	Представление оценочного средства 3
Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Рекомендуется для оценки умений и владений студентов	Темы лабораторных работ и требования к их защите
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий

1.2.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенция, этапы освоения компетенции		Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
			Ниже порогового уровня (не зачтено)	Пороговый уровень (Зачтено)	Продвинутый уровень (Зачтено)	Высокий уровень (Зачтено)
1	2	3	4	5	6	6
ОПК-3. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.	ОПК-3.6. Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы	Знает: основные законы и способы переноса теплоты и массы	Обучающийся не знает основные законы и способы переноса теплоты и массы	Обучающийся знает только основные законы и способы переноса теплоты и массы, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении теоретического материала	Обучающийся твердо знает основные законы и способы переноса теплоты и массы, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся знает основные законы и способы переноса теплоты и массы, чётко и логически верно излагает материал, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
		Умеет: демонстрировать понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы	Не умеет демонстрировать понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных	В целом успешное, но не системное умение демонстрировать понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение демонстрировать понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы	Сформированное умение демонстрировать понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы

			программой обучения учебных заданий не выполнено			
		Имеет навыки: демонстрации понимания основных законов и способов переноса теплоты и массы	Обучающийся не владеет навыками демонстрации понимания основных законов и способов переноса теплоты и массы, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено	В целом успешное, но не системное владение навыками демонстрации понимания основных законов и способов переноса теплоты и массы	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками владение навыками демонстрации понимания основных законов и способов переноса теплоты и массы	Успешное и системное владение навыками демонстрации понимания основных законов и способов переноса теплоты и массы
	ОПК-3.7. Применяет знания основ теплообмена в теплотехнических установках	Знает: основы теплообмена в теплотехнических установках	Обучающийся не знает основы теплообмена в теплотехнических установках	Обучающийся знает только основы теплообмена в теплотехнических установках, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности	Обучающийся твердо знает основы теплообмена в теплотехнических установках, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся знает основы теплообмена в теплотехнических установках, четко и логически стройно излагает материал, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий

				в изложении теоретического материала		
		Умеет: применять знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках	Не умеет применять знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено	В целом успешное, но не системное умение применять знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках	Сформированное умение применять знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках
		Имеет навыки: применения знаний основ тепломассообмена в теплотехнических установках	Обучающийся не владеет навыками применения знаний основ тепломассообмена в теплотехнических установках	В целом успешное, но не системное владение навыками применения знаний основ тепломассообмена в теплотехнических установках	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающиеся отдельными ошибками владение навыками применения знаний основ тепломассообмена в теплотехнических установках	Успешное и системное владение навыками применения знаний основ тепломассообмена в теплотехнических установках

1.2.3 Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
высокий	«5» (отлично)	зачтено
продвинутый	«4» (хорошо)	зачтено
пороговый	«3» (удовлетворительно)	зачтено

ниже порогового	«2» (неудовлетворительно)	не зачтено
-----------------	---------------------------	------------

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:

2.1. Экзамен

- а) типовые вопросы к экзамену (Приложение 1)
- б) критерии оценивания

При оценке знаний на экзамене учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№п /п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.

2.2. Зачет

- а) типовые вопросы к зачету (Приложение 2)
- б) критерии оценивания

При оценке знаний на зачете учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.

3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Незачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ:

2.3. Защита лабораторной работы

- а) тематика лабораторных работ (Приложение 3)
- б) критерии оценивания

При оценке знаний на защите лабораторной работы учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№п/п	Оценка	Критерии оценки
------	--------	-----------------

1	2	3
1	Отлично	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, правильно демонстрирует методику исследования /измерения, правильно оценивает результат.
2	Хорошо	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, допускает единичные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов
3	Удовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, но при этом дает правильное название прибора. Допускает множественные ошибки в демонстрации методики исследования /измерения и оценке его результатов
4	Неудовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, дает неправильное название прибора. Не может продемонстрировать методику исследования /измерения, а также оценить результат

2.4. Тест.

- а) типовой комплект заданий для входного тестирования (Приложение 5)
 типовой комплект заданий для итогового тестирования (Приложение 4)

б) критерии оценивания

При оценке знаний по результатам тестов учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ.
2	Хорошо	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.
3	Удовлетворительно	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты.
4	Неудовлетворительно	если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине регламентируется локальным нормативным актом.

Перечень и характеристика процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды вставляемых оценок	Форма учета
1	Экзамен	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка
2	Зачет	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	зачтено/незачтено	Ведомость, зачетная книжка,
3	Защита лабораторной работы	Систематически на занятиях	По пятибалльной шкале	Лабораторная тетрадь, журнал успеваемости преподавателя
4	Тест	Входное тестирование в начале изучения дисциплины. Итоговое тестирование раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале или зачтено/незачтено	Лист результатов из кабинета тестирования, журнал успеваемости преподавателя

Типовые вопросы к экзамену

Знать (ОПК-3.6):

1. Основные положения теплопроводности.
2. Роль теплообмена в современной науке и технике.
3. Элементарные способы переноса тепла и массы.
4. Методы исследования тепловых процессов.
5. Основные понятия, используемые при описании процессов переноса тепла.
6. Общие сведения о свободной конвекции.

Уметь (ОПК-3.6):

7. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена для несжимаемой жидкости.
8. Уравнение теплоотдачи.
9. Уравнение энергии.
10. Уравнение движения.
11. Уравнение неразрывности.
12. Условия однозначности.
13. Уравнение Прандтля для пограничного слоя.
14. Аналогия Рейнольдса.
15. Теория подобия как теоретическая основа экспериментального изучения конвективного теплообмена.
16. Теоремы Кирпичева – Гухмана.
17. λ -теорема.
18. Критерий Нуссельта. Критерий Прандтля.
19. Методы экспериментального определения коэффициентов теплоотдачи.
20. Осреднение температуры жидкости по сечению.
21. Осреднение температуры жидкости и температурного напора по длине трубы.

Иметь навыки (ОПК-3.6):

22. Расчет теплопередачи в тонких цилиндрических стенках.
23. Критический диаметр цилиндрической стенки.
24. Температурное поле в сферической стенке.
25. Аналитическое описание процесса.
26. Основные понятия метода нестационарной теплопроводности: безразмерная избыточная температура, критерий Био, критерий Фурье.
27. Нестационарное температурное поле в плоской пластине – решение задачи в безразмерном виде методом разделения переменных. Анализ решения.
28. Зависимость поля температур от числа Фурье.
29. Номограммы.
30. Зависимость поля температур бесконечной пластины от числа Био.

Знать (ОПК-3.7):

31. Температурное поле.
32. Температурный градиент.
33. Тепловой поток.
34. Плотность теплового потока.
35. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности.
36. Закон Ньютона – Рихмана.
37. Теплопроводность плоской стенки.
38. Теплопроводность через многослойную стенку.
39. Эквивалентный коэффициент теплопроводности плоской стенки.

40. Термическое сопротивление теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи.
41. Коэффициент теплопередачи.
42. Теплопроводность цилиндрической стенки.
43. Линейное термическое сопротивление теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи.

Уметь (ОПК-3.7):

44. Теплоотдача при свободной конвекции жидкости около вертикальной пластины или вертикальной трубы.
45. Ламинарное, турбулентное и смешанное течение жидкости в пограничном слое.
46. Теплоотдача при свободной конвекции около горизонтальной пластины.
47. Теплоотдача при свободной конвекции на поверхности горизонтального цилиндра.
48. Теплоотдача при внешнем обтекании тел.
49. Гидродинамика и теплообмен при течении жидкости в трубах и каналах.
50. Теплообмен при конденсации пара.
51. Общие сведения о тепловом излучении.
52. Спектры излучения.
53. Описание процесса лучистого теплообмена.
54. Собственное, отраженное, поглощенное, пропущенное, эффективное, результирующее излучение.
55. Понятие абсолютно черного тела.
56. Излучательные характеристики абсолютно черного тела.
57. Спектральная плотность потока излучения.
58. Интегральная плотность потока излучения.
59. Законы теплового излучения. Закон Планка.
60. Правило смещения Вина. Закон Стефана – Больцмана.
61. Закон Кирхгофа. Закон Ламберта.
62. Теплообмен излучением.
63. Угловые коэффициенты.
64. Радиационные свойства реальных поверхностей, степень черноты, поглощательная и отражательная способность.
65. Радиационная теплоотдача.
66. Особенности излучения газов и паров.
67. Поглощательная способность и степень черноты среды.
68. Основы переноса излучения в поглощающих, излучающих и рассеивающих средах.
69. Закон Бугера.
70. Степень черноты углекислого газа и водяного пара.
71. Сложный теплообмен.
72. Коэффициент теплоотдачи излучением

Иметь навыки (ОПК-3.7):

73. Описание процесса конденсации пара.
74. Определение и классификация процессов конденсации.
75. Термические сопротивления в процессе конденсации пара на охлаждаемой стенке.
76. Сопротивление фазового перехода.
77. Теплообмен при конденсации чистых паров.
78. Термодинамические условия протекания процесса, пленочная и капельная конденсация, связь расхода конденсата и теплового потока на стенке.
79. Теплоотдача при конденсации пара.
80. Теплообмен при кипении жидкости.
81. Теплоотдача при кипении жидкости.
82. Диффузия (массообмен) молекулярная и молярная.
83. Концентрационная диффузия, закон Фика, коэффициент диффузии.

84. Термодиффузия, бародиффузия.
85. Уравнения сохранения в общей форме для Эйлера контрольного объема.
86. Тепло- и массоотдача.
87. Коэффициент массоотдачи.
88. Стефанов поток.
89. Уравнение конвективной тепло- и массоотдачи.
90. Уравнение энергии и конвективной диффузии.
91. Диффузионный пограничный слой

Типовые вопросы к зачету

Знать (ОПК-3.6)

1. Конструктивный расчет теплообменника типа «труба в трубе»
2. Расчет потерь тепла от поверхности изоляции теплообменника в окружающую среду
3. Расчет и выбор материала изоляции
4. Определение коэффициента полезного действия теплообменника
5. Расчет гидравлического сопротивления теплообменника
6. Расчет теплообменного аппарата типа труба в трубе
7. Основные виды теплообмена.
8. Теплопроводность. Основные понятия.
9. Основной закон и уравнение теплопроводности.
10. Коэффициент теплопроводности. Физический смысл. Зависимость от температуры.

Уметь (ОПК-3.6)

11. Дифференциальное уравнение теплопроводности в декартовых и цилиндрических координатах.

12. Коэффициент температуропроводности.
13. Условия однозначности для процессов теплопроводности.
14. Математическая постановка задачи теплопроводности.
15. Теплопроводность при стационарном режиме.
16. Теплопроводность через плоскую стенку при граничных условиях 1 рода.
17. Передача тепла через плоскую многослойную стенку.
18. Теплопроводность через цилиндрическую стенку при граничных условиях 1 рода.
19. Теплопроводность многослойной цилиндрической стенки.

Иметь навыки (ОПК-3.6)

20. Теплопроводность шаровой стенки.
 21. Теплопроводность при нестационарном режиме.
 22. Численные методы решения задач теплопроводности.
 23. Конвективный теплообмен. Процесс теплоотдачи. Естественная и вынужденная конвекции.

24. Закон Ньютон-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
25. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.

Знать (ОПК-3.7)

26. Условия однозначности для процессов конвективного теплообмена.
27. Гидродинамический и тепловой пограничные слои.
28. Методы подобия и размерности. Физическое подобие.
29. Теоремы подобия. Критерии подобия. Критериальные уравнения.
30. Определяющая температура. Определяющий размер.
31. Эмпирические формулы в критериальном виде.

Уметь (ОПК-3.7)

32. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Течение жидкости в трубах и каналах.

33. Поперечное обтекание одиночной круглой трубы и пучка труб.
34. Теплообмен при больших скоростях потока.
35. Теплообмен при естественной конвекции.
36. Теплообмен при кипении жидкости.
37. Теплоотдача при конденсации пара.
38. Тепловое излучение. Основные понятия и определения.

39. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения.

40. Лучистый теплообмен между двумя телами.

Иметь навыки (ОПК-3.7)

41. Лучистый теплообмен между газом и его оболочкой.

42. Лучистый теплообмен между поверхностями, разделенными диатермичной средой.

43. Процессы сложного теплообмена и теплопередача.

44. Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенку.

45. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку.

46. Критический и эффективный диаметр тепловой изоляции.

47. Пути интенсификации процесса теплопередачи.

48. Назначение и классификация теплообменных аппаратов.

49. Основы расчета теплообменных аппаратов. Основные уравнения расчета.

50. Схемы движения теплоносителей и характерные графики температур теплоносителей.

Тематика лабораторных работ

Знать, уметь (ОПК-3.6):

1. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала
2. Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной конвекции

Уметь, иметь навыки (ОПК-3.7):

3. Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе

Типовой комплект заданий для итогового тестирования**Знать (ОПК-3.6)**

1. Теплообменный аппарат – устройство, в котором осуществляется теплообмен между:

- а) плоскими поверхностями;
- б) подвижными средами;
- в) твердыми телами;
- г) концентрическими поверхностями;

2. Перенос теплоты в теплообменном аппарате может осуществляться:

- а) конвекцией;
- б) диффузией;
- в) сорбцией;
- г) излучением;
- д) десорбцией;
- е) теплопроводностью;
- г) сублимацией;

3. Движущей силой теплообмена является разность:

- а) температур
- б) давлений
- в) концентраций
- г) плотностей

4. Единица измерения плотности теплового потока:

- а) Вт;
- б) Вт/м;
- в) Вт/м²;
- г) Дж/с;

5. Массообменный аппарат – устройство, в котором осуществляется перенос массы при непосредственном контакте:

- а) двух твердых тел;
- б) нескольких твердых тел;
- в) множества твердых тел;
- г) подвижных сред;
- д) подвижной среды твердого тела;
- е) двух коллоидных тел;

6. Массообменным процессом является:

- а) диффузия;
- б) сорбция;
- в) кондукция;
- г) нагревание;
- д) охлаждение;
- е) компримирование;

7. Концентрация может быть задана:

- а) массовыми долями;
- б) мольными долями;
- в) удельными объемами;
- г) плотностями;
- д) парциальными давлениями;
- е) избыточными давлениями;

Уметь (ОПК-3.6)

8. Основные законы массообмена сформулированы:

- а) Ньютоном
- б) Фурье
- в) Фиком
- г) Планком

9. Единица измерения плотности потока массы:

- а) $\text{кг}/(\text{м}^2\text{с})$
- б) $\text{кг}/\text{с}$
- в) $\text{кг}/(\text{мс})$
- г) $\text{кг}/\text{м}^2$

10. Единица измерения потока массы:

- а) $\text{кг}/(\text{м}^2\text{с})$
- б) $\text{кг}/\text{с}$
- в) $\text{кг}/(\text{мс})$
- г) $\text{кг}/\text{м}^2$

11. Величина коэффициента молекулярной диффузии бинарной системы увеличивается при увеличении:

- а) градиента концентрации;
- б) давления;
- в) плотности;
- г) температуры;

12. Число подобия, используемое только в процессах массообмена:

- а) Нуссельта;
- б) Рейнольдса;
- в) Льюиса;
- г) Фурье.

13. Определяемое число подобия в процессах массообмена:

- а) Нуссельта;
- б) Рейнольдса;
- в) Льюиса;
- г) число Грасгофа;

14. Диффузионное число подобия Нуссельта – безразмерный комплекс, включающий в себя коэффициенты:

- а) динамической вязкости;
- б) кинематической вязкости;
- в) массоотдачи;
- г) температуропроводности;
- д) молекулярной диффузии.
- е) теплопроводности;

15. Теоретическим основанием аналогии процессов тепло- и массообмена является:

- а) одинаковая физическая природа;
- б) одинаковое математическое описание;
- в) однородность условий однозначности;
- г) равенство соответствующих чисел подобия.

Иметь навыки (ОПК-3.6)

16. Необходимым условием аналогии процессов теплообмена и массообмена является:

- а) одинаковая физическая природа;
- б) равенство определяющих чисел подобия;
- в) однородность условий однозначности;
- г) равенство определяемых чисел подобия

17. Аналогия процессов массообмена и теплообмена позволяет использовать для расчета процессов массообмена:

- а) уравнения подобия для теплообмена;
 - б) числа подобия для теплообмена;
 - в) основное уравнение теплопроводности;
 - г) уравнение теплопередачи;
18. Совместным процессом тепло- и массообмена является:
- а) сушка;
 - б) ректификация;
 - в) бародиффузия;
 - г) кондукция;
 - д) диспергирование;
 - е) компримирование.
19. Парциальное давление водяного пара у поверхности воды больше, чем во влажном воздухе, следовательно протекает процесс:
- а) конденсации;
 - б) испарения;
 - в) сублимации;
 - г) сорбции
20. Вектор теплого потока при конденсации водяного пара из парогазовой смеси на плоской стенке направлен:
- а) нормально к стенке;
 - б) нормально от стенки;
 - в) вдоль стенки;
 - г) под углом к стенке.
21. Вектор потока массы при конденсации водяного пара из парогазовой смеси на плоской стенке направлен:
- а) нормально к стенке;
 - б) нормально от стенки;
 - в) вдоль стенки;
 - г) под углом к стенке.
22. Температура воды при равновесном процессе адиабатного испарения равна температуре:
- а) точки росы;
 - б) насыщения;
 - в) «мокрого термометра»;
 - г) тройной точки.
- Знать (ОПК-3.7)**
23. Параметр, величина которого остается постоянной при испарительном охлаждении воздуха:
- а) относительная влажность;
 - б) энтальпия;
 - в) влагосодержание;
 - г) температура;
24. Параметр, величина которого увеличивается при испарительном охлаждении воздуха:
- а) внутренняя энергия;
 - б) энтальпия;
 - в) влагосодержание;
 - г) температура;
25. Показания «мокрого» и сухого термометров психрометра равны, если:
- а) абсолютная влажность равна нулю;
 - б) влагосодержание равно нулю;
 - в) относительная влажность равна нулю;
 - г) относительная влажность равна 100%.
26. Плотность влажного воздуха увеличивается при увеличении:

- а) температуры;
- б) относительной влажности;
- в) влагосодержания;
- г) давления.

27. Охлаждение воздуха в рекуперативном воздухоохладителе происходит при постоянном значении:

- а) относительной влажности;
- б) энтальпии;
- в) влагосодержания;
- г) плотности.

28. Теплообменники для передачи больших тепловых потоков в теплоэнергетике:

- а) матричные;
- б) кожухотрубчатые;
- в) «труба в трубе»;
- г) пластинчатые

29. Напряжения, возникающие вследствие различного удлинения кожуха и труб, имеют место в кожухотрубчатых теплообменниках при использовании:

- а) труб Фильда;
- б) U – образных труб;
- в) W – образных труб;
- г) жесткого крепления труб;

Уметь (ОПК-3.7)

30. Многоходовое движение теплоносителя в межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника достигается за счет установки перегородок в:

- а) кожухе;
- б) трубах;
- в) патрубках;
- г) распределительных камерах.

31. Многоходовое движение теплоносителя внутри трубного пучка кожухотрубчатого теплообменника достигается за счет установки перегородок в:

- а) кожухе;
- б) трубах;
- в) патрубках;
- г) распределительных камерах.

32. Многоходовое движение теплоносителя в межтрубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника используется для

- а) уменьшения поверхности теплообмена;
- б) оптимизации размеров теплообменника;
- в) уменьшения гидравлического сопротивления;
- г) уменьшения металлоемкости.

33. Совместным процессом тепло- и массообмена является:

- а) сушка;
- б) ректификация;
- в) бародиффузия;
- г) кондукция;
- д) диспергирование;
- е) компримирование.

34. Парциальное давление водяного пара у поверхности воды больше, чем во влажном воздухе, следовательно протекает процесс:

- а) конденсации;
- б) испарения;

- в) сублимации;
- г) сорбции

35. Вектор теплого потока при конденсации водяного пара из парогазовой смеси на плоской стенке направлен:

- а) нормально к стенке;
- б) нормально от стенки;
- в) вдоль стенки;
- г) под углом к стенке.

Иметь навыки (ОПК-3.7)

36. Вектор потока массы при конденсации водяного пара из парогазовой смеси на плоской стенке направлен:

- а) нормально к стенке;
- б) нормально от стенки;
- в) вдоль стенки;
- г) под углом к стенке.

37. Показания «мокрого» и сухого термометров психрометра равны, если:

- а) абсолютная влажность равна нулю;
- б) влагосодержание равно нулю;
- в) относительная влажность равна нулю;
- г) относительная влажность равна 100%.

38. Массообменные процессы в тарельчатых колпачковых ректификационных колоннах происходят при:

- а) противотоке;
- б) перекрестном токе;
- в) перекрестном токе с противотоком;
- г) прямотоке;

39. Термическое сопротивление переносу теплоты внутри элементов насадки регенеративного теплообменника уменьшается при:

- а) увеличении размеров элементов;
- б) уменьшении размеров элементов;
- в) увеличении пористости элементов;
- г) уменьшении пористости элементов;
- д) увеличении скорости теплоносителя;
- е) увеличении температуры теплоносителя;

40. Целью теплового расчета регенеративного теплообменника является определение:

- а) величины тепловой мощности;
- б) конечных температур теплоносителей;
- в) площади поверхности насадки;
- г) потерь теплоты в окружающую среду;

Типовой комплект заданий для входного тестирования

1. Наука, изучающая превращения энергии в процессах, сопровождающихся тепловыми эффектами, называется:
 - а. термодинамика
 - б. гидростатика
 - в. теплопередача
2. Величина, характеризующая степень нагретости тела:
 - а. энергия
 - б. давление
 - в. температура
3. При постоянной температуре удельные объемы газа обратно пропорциональны его давлениям:
 - а. закон Гей-Люссака
 - б. закон Бойля-Мариотта
 - в. закон Шарля
4. При постоянном удельном объеме протекает процесс:
 - а. изобарный
 - б. изохорный
 - в. изотермический
5. Плотность определяется по формуле:
 - а. $\rho = m/V$
 - б. $\rho = V/m$
 - в. $\rho = m \cdot V$
6. Единицы измерения теплоемкости:
 - а. Дж
 - б. Дж/К
 - в. Дж/кг*К
7. Из каких процессов состоит цикл Карно:
 - а. двух изохорных и двух адиабатных
 - б. двух изотермических, адиабатного, изохорного
 - в. двух изотермических и двух адиабатных
8. Единицы измерения давления:
 - а. кг/м³
 - б. К
 - в. Па
9. Процесс передачи энергии электромагнитными волнами, называется:
 - а. конвекция
 - б. излучение
 - в. теплопроводность
10. Чему равняется коэффициент черноты и коэффициент поглощения для белого тела:
 - а. $E = 1, \alpha = 1$
 - б. $E = \alpha$
 - в. $E = 0, \alpha = 0$
11. Единицы измерения коэффициента теплопроводности:
 - а. Вт/м*К
 - б. Вт/м²*К
 - в. Вт/м
12. В каких теплообменных аппаратах передача теплоты от нагревающей жидкости к нагреваемой происходит сквозь твердую разделительную стенку:
 - а. рекуперативных

- б. смешивающих
 - в. регенеративных
13. С ростом температуры, вязкость газов:
- а. уменьшается
 - б. увеличивается
 - в. остается неизменной
14. Атмосферное давление измеряется:
- а. манометрами
 - б. вакуумметрами
 - в. барометрами
15. Для напорного движения жидкости в цилиндрических трубах круглого сечения число $Re_{кр}$ равняется:
- а. 2300
 - б. 2200
 - в. 3200
16. Гидравлический удар возникает при:
- а. резком увеличении скорости течения жидкости
 - б. резком уменьшении скорости течения жидкости
 - в. постепенном уменьшении скорости течения жидкости
17. Машины, предназначенные для подъема и перемещения жидкостей, называют:
- а. насосы
 - б. вентиляторы
 - в. компрессоры
18. Нагнетатели, предназначенные для перемещения воздуха или других газов, называют:
- а. насосы
 - б. вентиляторы
 - в. компрессоры
19. Для подачи газа при больших напорах, применяют:
- а. центробежные вентиляторы
 - б. осевые вентиляторы
 - в. центробежные и осевые вентиляторы
20. Фазовый переход от газообразного состояния к жидкому, это:
- а. конденсация
 - б. испарение
 - в. кипение
21. Наука, изучающая законы равновесия жидкостей:
- а. термодинамика
 - б. гидростатика
 - в. теплопередача
22. Сила, действующая по нормали к поверхности тела и отнесенная к единице площади этой поверхности, называется:
- а. энергия
 - б. давление
 - в. температура
23. Удельный объем определяется по формуле:
- а. $v = m / V$
 - б. $v = V / m$
 - в. $v = m * V$
24. Единицы измерения объемной теплоемкости:
- а. Дж/кг*К
 - б. Дж/м³*К

- в. Дж/моль*К
25. Термодинамическая система будет в равновесном состоянии, если во всех ее точках будут:
- а. одинаковые масса и температура
 - б. одинаковые масса и давление
 - в. одинаковые давление и температура
26. Процесс переноса энергии при непосредственном соприкосновении частиц вещества при их тепловом движении, называется:
- а. теплопроводность
 - б. излучение
 - в. конвекция
27. Единицы измерения коэффициента теплоотдачи:
- а. Вт/м*К
 - б. Вт/м²*К
 - в. Вт/м
28. Кинематический коэффициент вязкости определяется по формуле:
- а. $\nu = \rho / \mu$
 - б. $\nu = \mu / \rho$
 - в. $\nu = \mu * \rho$
29. С ростом температуры вязкость капельных жидкостей:
- а. уменьшается
 - б. увеличивается
 - в. остается неизменной
30. Избыточное давление измеряется:
- а. манометрами
 - б. вакуумметрами
 - в. барометрами
31. Течение жидкости ламинарное, если:
- а. $Re > Re_{кр}$
 - б. $Re = Re_{кр}$
 - в. $Re < Re_{кр}$
32. Кавитация возникает, когда:
- а. давление в каких-либо местах потока падает и становится ниже давления насыщения
 - б. давление в каких-либо местах потока возрастает и становится выше давления насыщения
 - в. давление в каких-либо местах потока становится равным давлению насыщения
33. Эжекторы и инжекторы относят к:
- а. лопастным насосам
 - б. струйным насосам
 - в. объемным насосам
34. Количество жидкости, подаваемое насосом в единицу времени, называется:
- а. производительностью насоса
 - б. напором насоса
 - в. высотой всасывания
35. Какие силы действуют на жидкость находящуюся в покое:
- а. силы внутреннего трения, поверхностные и массовые
 - б. массовые и силы внутреннего трения
 - в. массовые и поверхностные
36. При нормальных условиях:
- а. $T = 273 \text{ K}$, $P = 760 \text{ мм рт. ст.}$
 - б. $T = 237 \text{ K}$, $P = 765 \text{ мм рт. ст.}$

в. $T = 760 \text{ K}$, $P = 273 \text{ мм рт. ст.}$

37. Уравнения состояния идеального газа:

а. $PV = mRT$

б. $Pm = VRT$

в. $PR = mVT$

38. Необходимое условие преобразования тепловой энергии в механическую в тепловых двигателях:

а. разность температур

б. разность давления

в. разность удельного объема

39. Фазовый переход из жидкого состояния в газообразное, это:

а. конденсация

б. кипение

в. испарение

40. Процесс распространения тепловой энергии при непосредственном соприкосновении отдельных частей тела, имеющих различные температуры, называется:

а. теплопроводность

б. излучение

в. конвекция

41. Удельный вес определяется по формуле:

а. $\gamma = mg/V$

б. $\gamma = V/mg$

в. $\gamma = Vmg$

42. С ростом температуры силы поверхностного натяжения, действующие на поверхность жидкости:

а. увеличиваются

б. уменьшаются

в. остаются неизменными

43. Массообменным процессом является:

а. диффузия;

б. сорбция;

в. кондукция;

г. нагревание;

д. охлаждение;

е. компримирование;

44. Концентрация может быть задана:

а. массовыми долями;

б. мольными долями;

в. удельными объемами;

г. плотностями;

д. парциальными давлениями;

е. избыточными давлениями;

45. Основные законы массообмена сформулированы:

а. Ньютоном

б. Фурье

в. Фиком

г. Планком

46. Единица измерения плотности потока массы:

а. $\text{кг}/(\text{м}^2\text{с})$

б. $\text{кг}/\text{с}$

в. $\text{кг}/(\text{мс})$

г. кг/м²

47. Единица измерения потока массы:

а. кг/(м²с)

б. кг/с

в. кг/(мс)

г. кг/м²

48. Величина коэффициента молекулярной диффузии бинарной системы увеличивается при увеличении:

а. градиента концентрации;

б. давления;

в. плотности;

г. температуры;

49. Определяемое число подобия в процессах массообмена:

а. Нуссельта;

б. Рейнольдса;

в. Льюиса;

г. число Грасгофа;

Лист внесения дополнений и изменений в рабочую программу дисциплины
«Тепломассообмен»
(наименование дисциплины)

на 2020- 2021 учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология», протокол № 8 от 23 марта 2020 г.

И.о. зав. кафедрой

доцент, к.т.н.
ученая степень, ученое звание


подпись

/ Е.М. Дербасова /
И.О. Фамилия

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. В п.8.1. внесены следующие изменения:

- а) Шаров, Ю.И. Тепломассообмен : учебное пособие : [16+] / Ю.И. Шаров, О.К. Григорьева ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 164 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576520> (дата обращения: 09.01.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3557-1. – Текст : электронный.
- б) Стоянов, Н.И. Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен / Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014. – 225 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750> (дата обращения: 09.01.2020). – Текст : электронный

Составители изменений и дополнений:

ст.преподаватель
ученая степень, ученое звание


(подпись)

/ Р.В. Муканов /
И.О. Фамилия

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника»

направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

доцент, к.т.н.
ученая степень, ученое звание


подпись

/ Е.М. Дербасова /
И.О. Фамилия

« 13 » марта 2020 г.

Лист внесения дополнений и изменений в рабочую программу дисциплины
«Тепломассообмен»
(наименование дисциплины)

на 2021- 2022 учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология», протокол № 10 от 28 мая 2021 г.

И.о. зав. кафедрой

доцент, к.т.н.
ученая степень, ученое звание


(подпись)

/Ю.А. Аляутдинова /
И. О. Ф.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. В п.5.2.1. раздел 1 внесение дополнительной лекции. Тема: «Возможность использования цифровых инструментов для обеспечения мультидисциплинарности научных исследований»

Составители изменений и дополнений:

ст.преподаватель
ученая степень, ученое звание


(подпись)

/ Р.В. Муканов /
И. О. Ф.

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника»

направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

доцент, к.т.н.
ученая степень, ученое звание


(подпись)

/Ю.А. Аляутдинова /
И. О. Ф.

« 13 » мая 2021 г.

Лист внесения дополнений и изменений в рабочую программу дисциплины
«Тепломассообмен»
(наименование дисциплины)

на 2022- 2023 учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология», протокол № 9 от 18 апреля 2022 г.

И.о. зав. кафедрой

доцент, к.т.н.
ученая степень, ученое звание


подпись

/ Ю.А. Аляутдинова /
И.О. Фамилия

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1.В п.8.1. внесены следующие изменения:

- а) Теплообмен: теория и практика : учебник : [16+] / В. В. Карнаух, А. Б. Бирюков, С. И. Гинкул [и др.]. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 332 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618549> (дата обращения: 01.03.2022). – Библиогр.: с. 272-275. – ISBN 978-5-9729-0702-1. – Текст : электронный.
- б) Тихомиров, А. В. Теплоизоляционные материалы и технологии : учебное пособие : [16+] / А. В. Тихомиров. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 196 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618163> (дата обращения: 01.03.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0569-0. – Текст : электронный.

Составители изменений и дополнений:

ст.преп
ученая степень, ученое звание


подпись

/ И.С. Просвиркина /
И.О. Фамилия

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника»
направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

доцент, к.т.н.
ученая степень, ученое звание


подпись

/ Ю.А. Аляутдинова /
И.О. Фамилия

« 18 » апреля 2022 г.

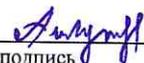
Лист внесения дополнений и изменений в рабочую программу дисциплины
«Тепломассообмен»
(наименование дисциплины)

на 2023- 2024 учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «Инженерные системы и экология», протокол № 9 от 18.04 2023 г.

И.о. зав. кафедрой

доцент, к.т.н.
ученая степень, ученое звание


подпись

/ Ю.А. Аляутдинова /
И.О. Фамилия

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1.В п.8.1. внесены следующие изменения:

а) Мадьшев, И. Н. Интенсификация тепломассообменных процессов в испарительных градирнях / И. Н. Мадьшев, В. В. Харьков, А. Н. Николаев ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2022. – 92 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=701999> (дата обращения: 30.03.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-3129-7. – Текст : электронный.

б) Насосы и компрессоры : практикум : [16+] / Д. И. Сагдеев, Д. В. Косенков, М. Г. Фомина, В. А. Аляев ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2022. – 147 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=702162> (дата обращения: 30.03.2023). – Библиогр.: с. 120-121. – ISBN 978-5-7882-3083-2. – Текст : электронный.

Составители изменений и дополнений:

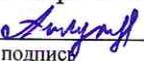

ученая степень, ученое звание


подпись

/  /
И.О. Фамилия

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника»
направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий»

доцент, к.т.н.
ученая степень, ученое звание


подпись

/ Ю.А. Аляутдинова /
И.О. Фамилия

« 18 » апреля 2023 г.