

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор



/ И.И. Потапова /
И. О. Ф.

« 30 » апреля 2026 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)

Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли

(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)

Кафедра

Инженерные системы и экология

Квалификация выпускника **бакалавр**

Астрахань - 2026

Разработчики:

Доцент

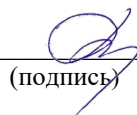


Ю.А.Аляутдинова

Рабочая программа и оценочные и методические материалы по дисциплине «Тепломас-
сообмен» рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Инженерные системы и эко-
логия» протокол № 10 от 15.04.2026 г.

Заведующий кафедрой

(подпись)



/Р.А. Арсланова /

И. О. Ф.

Согласовано:

Председатель МКН

«Теплоэнергетика и теплотехника»

направленность (профиль)

«Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли»

(подпись)

/Р.А. Арсланова/

И. О. Ф.

Начальник УМУ

(подпись)

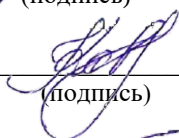


/О.Н. Беспалова/

И. О. Ф.

Начальник ООСиМ ВО

(подпись)

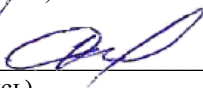


/Е.С. Коваленко/

И. О. Ф.

Начальник УИТ

(подпись)



/Д.В. Черников/

И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой

(подпись)



/Л.С. Гаврилова/

И. О. Ф.

Содержание:

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	7
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	8
5.	Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий	9
5.1.	Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)	9
5.1.1.	Очная форма обучения	9
5.1.2.	Заочная форма обучения	9
5.1.3.	Очно-заочная форма обучения	10
5.2.	Содержание дисциплины, структурированное по разделам	11
5.2.1.	Содержание лекционных занятий	11
5.2.2.	Содержание лабораторных занятий	12
5.2.3.	Содержание практических занятий	12
5.2.4.	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
5.2.5.	Темы контрольных работ	14
5.2.6.	Темы курсовых проектов/курсовых работ	14
6.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	14
7.	Образовательные технологии	15
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	16
8.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
8.2.	Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	17
8.3.	Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины	17
9.	Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	17
10.	Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	18

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Тепломассообмен» является формирование компетенций обучающихся 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 овладеть следующими компетенциями:

ПК-4 - готов к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики:

ПК-4.2. разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики.

ПК-5 - способен выполнять работы по проектированию систем теплоэнергетики:

ПК-5.1 Демонстрирует знание правил выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов;

ПК-5.2 Соблюдает требования к выполнению работ на особоопасных, технически сложных и уникальных объектах.

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

Знать:

- мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики (ПК – 4.2)

- номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники (ПК - 5.3);

- правила оформления спецификаций оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники (ПК - 5.4).

Уметь:

- разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики (ПК 4.2);

- демонстрировать знания номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники (ПК - 5.3)

- оформлять спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники (ПК - 5.4).

Иметь навыки:

- разработки мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики (ПК – 4.2);

- демонстрации знаний номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники (ПК – 5.3);

- оформления спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники (ПК -5.4).

3. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина Б1.В.09 «Тепломассообмен» реализуется в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)» части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: «Гидрогазодинамика», «Физика», и «Высшая математика».

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

Форма обучения	Очная	Заочная
1	2	3
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр – 5 з.е.; всего - 5 з.е.	4 семестр – 1 з.е.; 5 семестр – 4 з.е.; всего - 5 з.е.
Лекции (Л)	5 семестр – 18 часов; всего - 18 часов	4 семестр – 4 часа; 5 семестр – 4 часа. всего – 8 часов
Лабораторные занятия (ЛЗ)	5 семестр – 16 часов; всего – 16 часов	4 семестр – учебным планом не предусмотрены; 5 семестр – 4 часа; всего – 4 часа
Практические занятия (ПЗ)	5 семестр – 34 часа; всего - 34 часа	4 семестр – 6 часов; 5 семестр – 4 часа. всего – 10 часов
Самостоятельная работа (СР)	5 семестр – 112 часов; всего - 112 часов	4 семестр – 26 часов; 5 семестр – 132 часа. всего – 158 часов
Форма текущего контроля:		
Контрольная работа	<i>5 семестр</i>	<i>5 семестр</i>
Форма промежуточной аттестации:		
Экзамены	5 семестр	5 семестр
Зачет	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
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 и работы обучающегося (в академических часах)

5.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины. (по семестрам)	Всего часов на раздел	С е м ес тр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся				Форма текущего контроля и промежуточ ной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Теплопроводность	36	5	3	-	7	26	Контрольная работа Экзамен
2	Раздел 2. Конвективный теплообмен	36	5	3	4	7	22	
3	Раздел 3. Теплообмен излучением	36	5	3	4	7	22	
4	Раздел 4. Теплообмен при фазовых превращениях	36	5	3	4	7	22	
5	Раздел 5. Массообмен	36	5	6	4	6	20	
Итого:		180	-	18	16	34	112	

5.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины. (по семестрам)	Всего часов на раздел	С е м е с т р	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся				Форма текущего контроля и промежуточ ной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Теплопроводность	36	4	4	-	6	26	Учебным планом не предусмотрен о
2	Раздел 2. Конвективный теплообмен	36	5	1	1	1	33	Контрольная работа Экзамен
3	Раздел 3. Теплообмен излучением	36	5	1	1	1	33	
4	Раздел 4. Теплообмен при фазовых превращениях	36	5	1	2	1	32	
5	Раздел 5. Массообмен	36	5	1	-	1	34	
Итого:		180	-	8	4	10	158	

5.1.3. Очно - заочная форма обучения

ОПОП не предусмотрено.

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 3. 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
4	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.
5	Раздел 5. Массообмен	Диффузия (массообмен) молекулярная и молярная. Концентрационная диффузия, закон Фика, коэффициент диффузии. Термодиффузия, бародиффузия. Уравнения сохранения в общей форме для эйлерова контрольного объема. Тепло- и массоотдача. Коэффициент массоотдачи. Стефанов поток. Уравнение конвективной тепло- и массоотдачи. Уравнение энергии и конвективной диффузии. Диффузионный пограничный слой. Основы тепломассообмена 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 2. Конвективный теплообмен	Лаб №1 Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала
2.	Раздел 3. Теплообмен излучением	Лаб №2 Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной конвекции
3.	Раздел 4. Теплообмен при фазовых превращениях	Лаб №3 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 излучением	Основные законы теплового излучения: Планка, Релея – Джинса, Вина, Стефана – Больцмана, Кирхгофа, косинусов Ламберта. Виды лучистых потоков. Собственное и падающее излучение. Поглощенное, отраженное и про- пускательное

		излучение. Эффективное и результирующее излучение. Применение основ тепломассообмена в теплотехнических установках, использующих процессы излучения.
4	Раздел 4. 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.
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-методическое обеспечение
1	2	3	4
1.	Раздел 1. Теплопроводность	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1-10]
2.	Раздел 2. Конвективный теплообмен	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам. Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1-10]
3.	Раздел 3. Теплообмен излучением	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам. Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1-10]
4.	Раздел 4. Теплообмен при фазовых превращениях	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам. Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1-10]
5.	Раздел 5. Массообмен	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам.	[1-11]

		Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	
--	--	---	--

Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1 .	Раздел 1. Теплопроводность	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к итоговому тестированию.	[1-10]
2	Раздел 2. Конвективный теплообмен	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам. Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1-10]
3	Раздел 3. Теплообмен излучением	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам. Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1-10]
4	Раздел 4. Теплообмен при фазовых превращениях	Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам. Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1-10]
5 .	Раздел 5. Массообмен	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение контрольной работы Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1-11]

5.2.5. Тема контрольной работы

1. Физические основы процессов переноса
2. Тепло- и массопроводность
3. Конвективный тепло- и массоперенос

5.2.6. Темы курсовых проектов/ курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация деятельности студента
<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. <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.

Самостоятельная работа

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);
- подготовка к итоговому 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 указания по выполнению лабораторных работ.

Контрольная работа

Теоретическая и практическая части контрольной работы выполняются по установленным темам (вариантам) с использованием практических материалов, полученных на практических (лабораторных) занятиях и при прохождении практики. К каждой теме контрольной работы рекомендуется примерный перечень основных вопросов, список необходимой литературы. Необходимо изучить литературу, рекомендуемую для выполнения контрольной работы. Чтобы полнее раскрыть тему, следует использовать дополнительные источники и материалы. Инструкция по выполнению контрольной работы находится в методических материалах по дисциплине.

Подготовка к экзамену

Подготовка студентов к экзамену включает три стадии:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- 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

Дисциплина «Тепломассообмен» проводится с использованием традиционных образовательных технологий, ориентирующихся 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 контролю 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. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2016 – 352 с .
2. Королев, В. Н. Тепломассообмен : учебно-методическое пособие / В. Н. Королев, С. А. Нейская, А. В. Островская ; под редакцией В. Н. Королева. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-7996-3540-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/157118.html>
3. Дмитренко, А. В. Математическое моделирование задач тепломассообмена в примерах : учебное пособие / А. В. Дмитренко. — Москва : Российский университет транспорта (МИИТ), 2021. — 42 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/122111.html>
4. Глухов, В. С. Основы гидравлики и теплотехники: Раздел 2. Основы теплотехники : учебное пособие / В. С. Глухов, А. А. Дикой, И. В. Дикая. — Армавир : Армавирский государственный педагогический университет, 2019. — 293 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/82447.html>

б) дополнительная учебная литература:

5. Шаров, Ю. И. Тепломассообмен : учебное пособие / Ю. И. Шаров, О. К. Григорьева. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 164 с.

- ISBN 978-5-7782-3557-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91450.html>
6. Горбачев, М. В. Тепломассообмен : учебное пособие / М. В. Горбачев. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2015. — 443 с. — ISBN 978-5-7782-2803-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91625.html>
7. Крылов Ю. А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод. Учебное пособие – Санкт-Петербург.: Изд. Лань, 2013. – 176 стр.
- в) перечень учебно-методического обеспечения:**

8. Аляутдинова Ю.А. Тепломассообмен. Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиля «Энергообеспечение предприятий» АГАСУ, 2025. - 17 с. [Электрон, ресурс]: Режим доступа: <https://next.astrakhan.ru/index.php/s/k73kk7HFSXaXEjA>
9. Аляутдинова Ю.А. Тепломассообмен. Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиля «Энергообеспечение предприятий» АГАСУ, 2025. - 16 с. <https://next.astrakhan.ru/index.php/s/nW2XBa3sokcTz9N>

г) периодические издания:

10. Журнал «АВОК», Издатель: ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», с 2016-2024 г. №1-12

г) перечень онлайн курсов:

11. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок <https://stepik.org/course/102185/promo?search=9028356472>

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

- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader DC;
- Apache Open Office;
- VLC media player;
- Kaspersky Endpoint Security
- Yandex browser

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

1. Электронная информационно-образовательная среда Университета (<http://moodle.aucu.ru>).
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru/>).
3. Электронно-библиотечная система «IPRsmart» (<http://www.iprbookshop.ru>).
4. Электронно-библиотечная система «PROФобразование» (<https://profspo.ru/>);
5. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).
6. Консультант+ (<http://www.consultant-urist.ru/>).

1. Электронная информационно-образовательная среда Университета: (http://moodle.aucu.ru);	1. Программное обеспечение, без срока действия.
---	---

2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (https://biblioclub.com/);	2. ООО «НексМедиа» договор дог. № 539-08/2025 от 8 сентября 2025 года) срок действия – 11 сентября 2025 г. на 12 месяцев
3. Электронно-библиотечная система «IPRsmart» (www.iprbookshop.ru).	3. ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа» договор № 11810/24П от 02.09.2024 г. (срок действия – 24 месяца).
4. Электронно-библиотечная система «PROФормирование» (https://profspo.ru/)	4. ООО «Профобразование» лиц. договор № 12806/25FPU П от 30 июня 2025 года) срок действия – с 1 сентября 2025 г. на 1 год
5. Научная электронная библиотека (http://www.elibrary.ru/)	5. ООО Научная электронная библиотека Лицензионный договор SCIENCE INDEX № SIO-13831/2024 от 23.04.2024 г. (срок договора - до 23.04.2025).
6. Консультант + (http://www.consultant-urist.ru/).	6. ООО ИЦ «Консультант Сервис» договор № 197-К от 01.04.2025г. (срок действия – до 01.04.2026г.).
7. Федеральный институт промышленной собственности (http://www.fips.ru/)	7. Онлайн ресурс со свободным доступом.

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	№301 Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
		№202 Комплект учебной мебели Комплект переносных измерительных приборов в составе: тепловизор Control IR-cam 2, определитель точки росы Elkometr 319, ультразвуковой толщиномер АКС А1209, анемометр АТЕ -1033 АКТАКОМ, инфракрасный термометр DT-8863 Переносной мультимедийный комплект Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
		№303 Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» Комплексная лабораторная установка по дисциплине «Отопление»
		№201 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.	№201 Комплект учебной мебели. Компьютеры – 8 шт. Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» №203 Комплект учебной мебели. Компьютеры – 8 шт. Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» библиотека, читальный зал 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).

Аннотация

к рабочей программе дисциплины «Тепломассообмен» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Целью учебной дисциплины «Тепломассообмен» является формирование компетенций обучающихся 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)» части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующих дисциплин: «Гидрогазодинамика», «Физика», и «Высшая математика».

Краткое содержание дисциплины:

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

Заведующий кафедрой



Р.А. Арсланова

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине
«Тепломассообмен» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и
теплотехника» направленность (профиль) подготовки «Проектирование объектов
теплоэнергетической отрасли»
по программе бакалавриата

Арабовым Михаилом Шугеевичем (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 ГБОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре **«Инженерные системы и экология»** (разработчик – доцент, к.т.н. Аляутдинова Ю.А.).

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, Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) подготовки «Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли».

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

Предложенные в Программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, иметь навыки отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в ОММ показатели и критерии оценивания компетенций по дисциплинам на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающимися соответствующих компетенций в рамках данной дисциплины.

Учебная дисциплина **«Тепломассообмен»** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) подготовки «Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли», 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 аттестация знаний **бакалавра**, предусмотренная Программой, осуществляется в форме 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) подготовки «Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли».

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) подготовки **«Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли»**.

Оценочные и методические материалы по дисциплине **«Тепломассообмен»** представлены: **вопросами к экзамену, к входному тестированию, к итоговому тестированию, заданиями к лабораторным занятиям, заданием к контрольной работе.**

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*, разработанных доцентом, к.т.н. Аляутдиновой Ю.А. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника»** направленность (профиль) подготовки **«Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли»** и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:
доцент кафедры «ИСЭ»



М.Ш. Арабов

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине
«Тепломассообмен» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и
теплотехника» направленность (профиль) подготовки «Проектирование объектов
теплоэнергетической отрасли»
по программе бакалавриата

Мезиновым Виталием Викторовичем (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 ГБОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре **«Инженерные системы и экология»** (разработчик – доцент, к.т.н. Аляутдинова Ю.А.).

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, Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) подготовки «Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли».

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

Предложенные в Программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, иметь навыки отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в ОММ показатели и критерии оценивания компетенций по дисциплинам на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающимися соответствующих компетенций в рамках данной дисциплины.

Учебная дисциплина **«Тепломассообмен»** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) подготовки «Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли», 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 аттестация знаний **бакалавра**, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **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) подготовки «Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли».

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) подготовки «Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли».

Оценочные и методические материалы по дисциплине **«Тепломассообмен»** представлены: **вопросами к экзамену, к входному тестированию, к итоговому тестированию, заданиями к лабораторным занятиям, заданием к контрольной работе.**

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*, разработанных доцентом, к.т.н. Аляутдиновой Ю.А. соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника» направленность (профиль) подготовки «Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли» и могут быть рекомендованы к использованию.

Руководитель



Мезинов В.В.

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор



Подпись

/ И.И. Потапова /
И. О. Ф.

« 30 » апреля 2026 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)

«Проектирование объектов теплоэнергетической отрасли»

(указывается наименование профиля в соответствии с ОПОП)

Кафедра

Инженерные системы и экология

Квалификация выпускника **бакалавр**

Астрахань - 2026

СОДЕРЖАНИЕ:

	Стр.
1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации и 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	12
1.2.1 Перечень оценочных средств текущей формы контроля	12
1.2.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	13
1.2.3 Шкала оценивания	27
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	28
3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	31
Приложение 1	32
Приложение 2	34
Приложение 3	36
Приложение 4	39
Приложение 5	48

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 достижений 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
ПК-4 Готов к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на объектов теплоэнергетики	ПК-4.2. Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики	Знать:						
		- мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики	X					Зачет (вопросы 1-10) Экзамен (вопросы 1-6) Типовой комплект заданий для итогового тестирования (1-7)
		Уметь:						
		- разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики	X					Зачет (вопросы 11-19) Экзамен (вопросы 7-21) Типовой комплект заданий для итогового тестирования (8-15)
		Иметь навыки:						
		- разрабатывания мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики	X					Зачет (вопросы 20-25) Экзамен (вопросы 22-30) Типовой комплект заданий для итогового тестирования (16-22) Лабораторная работа 1, 3
ПК-5 Способен выполнять работы по проектированию систем теплоэнергетики	ПК-5.3 Демонстрирует знание номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом	Знать:						
		номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом			X			Зачет (вопросы 1-10) Экзамен (вопросы 1-6) Типовой комплект заданий для итогового тестирования (1-7)

	первооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники	первооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники						
		Уметь:						
		демонстрировать знания номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом первооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники	X					Зачет (вопросы 11-19) Экзамен (вопросы 7-21) Типовой комплект заданий для итогового тестирования (8-15)
		Иметь навыки:						
		демонстрации знаний номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом первооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники		X				Зачет (вопросы 20-25) Экзамен (вопросы 22-30) Типовой комплект заданий для итогового тестирования (16-22) Лабораторная работа 1, 3
	ПК-5.4 Правила оформления спецификаций оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники	Знать:						
		правила оформления спецификаций оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники			X			Зачет (вопросы 26-31) Экзамен (вопросы 31-43) Типовой комплект заданий для итогового тестирования (23-29)
		Уметь:						
		оформлять спецификации оборудования и материалов				X		Зачет (вопросы 32-40) Экзамен (вопросы 44-72)

		систем теплоэнергетики и теплотехники						Типовой комплект заданий для итогового тестирования (30-35)
		Иметь навыки:						
		оформления спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники					X	Зачет (вопросы 41-50) Экзамен (вопросы 73-91) Типовой комплект заданий для итогового тестирования (36-40) Лабораторная работа 2,3

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

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	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	7
ПК-4 Готов к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики	ПК-4.2. Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики	Знает: мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики (ПК-4.2)	Обучающийся не знает и не понимает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики	Обучающийся знает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
		Умеет: разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики (ПК-4.2)	Обучающийся не умеет разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики	Обучающийся умеет разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
		Имеет навыки разработки мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на объектах	Обучающийся не имеет навыки разработки мероприятий по энерго- и	Обучающийся имеет навыки разработки мероприятий по энерго- и	Обучающийся имеет навыки разработки мероприятий по энерго- и	Обучающийся имеет навыки разработки мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на

		теплоэнергетики (ПК-4.2)	ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики	ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики в типовых ситуациях.	ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	объектах теплоэнергетики в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
ПК-5 Способен выполнять работы по проектированию систем теплоэнергетики	ПК-5.3 Демонстрирует знание номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники	Знает: номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники (ПК-5.3)	Обучающийся не знает и не понимает номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники	Обучающийся знает номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.

		Умеет: демонстрировать знания номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники (ПК- 5.3)	Обучающийся не умеет : демонстрировать знания номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники	Обучающийся умеет : демонстрировать знания номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники типовых ситуациях.	Обучающийся умеет : демонстрировать знания номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет : демонстрировать знания номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
--	--	---	---	--	---	---

		Имеет навыки демонстрации знаний номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники (ПК- 5.3)	Обучающийся не имеет навыки демонстрации знаний номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники	Обучающийся имеет навыки демонстрации знаний номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники в типовых ситуациях.	Обучающийся имеет навыки демонстрации знаний номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся имеет навыки демонстрации знаний номенклатуры современных изделий, оборудования и материалов, используемых при строительстве, реконструкции, модернизации, техническом перевооружении, капитальном ремонте систем теплоэнергетики и теплотехники в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
ПК-5.4 Правила оформления спецификаций оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники	Знает:	Знает: правила оформления спецификаций оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники (ПК – 5.4)	Обучающийся не знает и не понимает правила оформления спецификаций оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники	Обучающийся знает правила оформления спецификаций оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает правила оформления спецификаций оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает правила оформления спецификаций оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	Умеет:		Обучающийся не умеет оформлять	Обучающийся умеет оформлять	Обучающийся умеет оформлять	Обучающийся умеет

		оформлять спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники (ПК- 5.4)	спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники	спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники в типовых ситуациях.	спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	оформлять спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
		Имеет навыки оформления спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники (ПК – 5.4)	Обучающийся не имеет навыки оформления спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники	Обучающийся имеет навыки оформления спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники в типовых ситуациях.	Обучающийся имеет навыки оформления спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся имеет навыки оформления спецификации оборудования и материалов систем теплоэнергетики и теплотехники в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при том новые правила и алгоритмы действий.

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 знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе 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 ~~учитываются~~

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.

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

2.2 Тест.

- а) *типовой комплект заданий для входного тестирования (Приложение 2)*
типовой комплект заданий для итогового тестирования (Приложение 3)
 б) *критерии оценивания*

При оценке знаний оценивания 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	Незачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

2.3 Защита лабораторной работы

- а) *типовой комплект заданий для лабораторной работы (Приложение 4)*
 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 Контрольная работа.

- а) *типовой комплект заданий для контрольной работы (Приложение 5)*
- б) *критерии оценивания*

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение задач.
2. Самостоятельность суждений, творческий подход, научное обоснование раскрываемой проблемы.
3. Правильность использования цитат (если цитата приводится дословно, то надо взять ее в кавычки и указать источник с указанием фамилии автора, названия произведения, места и города издания, тома, части, параграфа, страницы).
4. Наличие в конце работы полного списка литературы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	2	3
1	Отлично	Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета
2	Хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов
3	Удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех не-грубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов

4	Неудовлетворительно	Студент допустил число ошибок и недочетов, превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы
5	Зачтено	Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы
6	Не зачтено	Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

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 выставляемых оценок	Форма учета
1	Экзамен	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка, портфолио
2	Тестирование	Входное тестирование в начале изучения дисциплины. Итоговое тестирование раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	Зачтено/незачтено	Лист результатов из кабинета тестирования, журнал успеваемости преподавателя
3	Защита лабораторной работы	Систематически на занятиях	Зачтено/незачтено	Лабораторная тетрадь. журнал успеваемости преподавателя
4	Контрольная работа	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	зачтено/незачтено	журнал успеваемости преподавателя

Типовые вопросы к экзамену

Знать (ПК-4.2, ПК 5.3):

1. Основные положения теплопроводности.
2. Роль тепломассообмена 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 (ПК-4.2, ПК 5.3):

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. π -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 (ПК-4.2, ПК 5.3):

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 (ПК-5.4):

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 (ПК-5.4):

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 (ПК-5. 4):

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 тестированию (Входное тестирование)

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. $T = 273 \text{ К}, P = 760 \text{ мм рт. ст.}$
 - б. $T = 237 \text{ К}, P = 765 \text{ мм рт. ст.}$

- 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. $\text{кг}/\text{м}^2$

47. Единица измерения потока массы:

а. $\text{кг}/(\text{м}^2\text{с})$

б. $\text{кг}/\text{с}$

в. $\text{кг}/(\text{мс})$

г. $\text{кг}/\text{м}^2$

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;

Типовые вопросы к тестированию (Итоговое тестирование)

Знать ((ПК-4.2, ПК 5.3)

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 (ПК-4.2, ПК 5.3):

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 (ПК-4.2, ПК 5.3):

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 (ПК-5.4)

- 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 (ПК-5.4)

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 (ПК-5.4)

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;

Тематика лабораторных работ

(ПК-4.2, ПК 5.3): (иметь навыки)

Лабораторная работа №1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Какие величины следует измерять в данной работе, чтобы вычислить коэффициент теплопроводности?
4. Какова физическая сущность передачи тепла теплопроводностью?
5. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток.
6. Покажите на схеме установки, как направлен вектор теплового потока и градиента температуры?
7. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности, и от каких факторов он зависит?
8. Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
9. Какова взаимосвязь между коэффициентом теплопроводности и наклоном температурной кривой по толщине тепловой изоляции?
10. Дайте определение понятию термического сопротивления стенки.
11. Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры? Ответ обосновать.
12. Сформулируйте основной закон теплопроводности. В чем его сущность?
13. Каковы основные трудности тепловых расчетов при переносе тепла теплопроводностью?
14. Как влияет форма стенки на величину её термического сопротивления?

ПК 5.4 (иметь навыки)

Лабораторная работа №2 ТЕПЛООТДАЧА ВЕРТИКАЛЬНОГО ЦИЛИНДРА ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ.

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?

2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Как определяется средняя температура трубы в данной установке?
4. Для чего замеряется барометрическое давление в данной работе?
5. Как определяется количество теплоты, отданное трубой окружающему воздуху посредством конвекции?
6. Как определяется количество теплоты, отданное трубой окружающему воздуху посредством излучения?
7. Что такое свободная и вынужденная конвекция?
8. . Каков физический смысл и размерность коэффициента теплоотдачи?
9. Какие факторы определяют интенсивность конвективного теплообмена?
10. . Что такое критерий подобия?
11. Что такое «определяющая температура» и «определяющий» размер?
12. Какие критерии называются «определяющими» и «определяемыми»?
13. Для чего и как составляются критериальные уравнения?
14. Как определяется коэффициент теплоотдачи α из критериального уравнения?
15. Что характеризуют критерии Nu , Gr , Pr ?

(ПК-4.2, ПК 5.3, ПК 5.4): (иметь навыки)

Лабораторная работа №3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА НА ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ТРУБОПРОВОДЕ

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?
4. По каким признакам можно судить о стационарном режиме теплообмена с окружающей средой?
5. Как определяется, и какие параметры влияют на величину плотности в сечениях: «горло» воздухомера, на входе в горизонтальную трубу и на выходе из неё?
6. Три группы факторов, влияющих на интенсивность конвективного теплообмена:
 - ☐ природа конвективного движения;
 - ☐ режим движения потока жидкости;
 - ☐ теплофизические и гидродинамические свойства жидкости;
 - ☐ геометрические факторы.

7. Какие существуют способы определения коэффициента теплообмена? Их краткая сравнительная характеристика.
8. Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для свободной конвекции?
9. Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для вынужденной конвекции?
10. Что такое "определяемый" и "определяющий" критерий?
11. Как выбирается определяющий (характерный) размер и определяющая температура при расчете критериев подобия?

Уметь (ПК - 4.2)

1. Всегда ли теплообмен сопровождается переносом массы?
2. Каков механизм передачи тепла в трех видах теплообмена?
3. Дайте определение и аналитическое выражение температурного поля в самом общем виде. Приведите примеры одно-, двух- и трехмерного температурного поля при стационарном и нестационарном режимах.
4. Что такое температурный градиент? Каков его физический и геометрический смысл?
5. Какова размерность и физический смысл коэффициентов теплоотдачи α , теплопроводности λ и теплопередачи k ?
6. От чего зависят коэффициенты теплоотдачи и теплопроводности?
7. Какие законы лежат в основе трех видов теплообмена?
8. В чем суть теории подобия?
9. Какие из критериев Re , Nu , Gr и Pr определяющие, а какие - определяемые?

Уметь (ПК 5.3)

10. Как передается тепло в процессе теплопроводности?
11. Сформулируйте основной закон теплопроводности.
12. Каков закон распределения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
13. При каком условии расчет цилиндрической стенки можно заменить расчетом плоской стенки?
14. Всегда ли с увеличением толщины изоляции цилиндрической трубы тепловой поток через нее уменьшается? По какому условию выбирается изоляция трубы?
15. Какова методика расчета нагрева и охлаждения простейших тел при помощи критериев Био и Фурье?

Уметь (ПК -5.4)

16. Сформулируйте основной закон теплоотдачи конвекцией.
17. Какой критерий характеризует вынужденную конвекцию?
18. Какой критерий характеризует свободную конвекцию?
19. Дайте физический смысл критериев Re , Nu , Gr и Pr .

20. Что характеризует критерий Нуссельта?
21. Что такое определяющая температура и определяющий размер?
22. Почему при обтекании стенки жидкостью в непосредственной близости от поверхности стенки температурный градиент резко увеличивается?
23. В чем особенности теплоотдачи при кипении воды и конденсации водяного пара? Какие режимы кипения вам известны?
24. В чем особенности теплоотдачи при больших скоростях движения газа?
25. Какие режимы движения газа наблюдаются у вертикальной трубы в свободном потоке воздуха?
26. Что такое «тепловая стабилизация»?
27. Как меняется коэффициент теплоотдачи по длине трубы при течении газа внутри нее и почему?