

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 05.09.2024 13:49:47

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ca536f0fc6

## Аннотация к рабочей программе дисциплины

### «Тепломассообмен»

по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
направленность (профиль) Промышленная теплоэнергетика

### **Цель дисциплины**

Формирование у обучающихся профессиональных компетенций, под которыми понимается готовность и способность личности применять в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений, навыков об основных понятиях и закономерностях тепломассообмена, применяемых в теплоэнергетике, тепло- и хладотехнике.

### **Задачи дисциплин:**

1 Создание фундамента базовых знаний о законах распространения и передачи тепловой энергии в твердых телах, в жидкостях и газах, применяемых в качестве теплоносителей в теплоэнергетике, теплотехнике, хладотехнике, а также о массообменных процессах при изменении агрегатного состояния теплоносителя, в сушильных установках и аппаратах мокрой очистки газов или увлажнения воздуха для усвоения профильных дисциплин направления подготовки с целью выполнения и организационно-технического газоснабжения, теплоснабжения, сооружений, систем жизнеобеспечения зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

2 Развитие умений и навыков использования методов анализа эффективности использования тепловой энергии в теплоэнергетике, тепло- и хладотехнике для критического анализа; и оценки технических, технологических и иных решений систем газоснабжения, теплоснабжения, котлов и котельных установок; зданий и сооружений, систем: жизнеобеспечения зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

### **Индикаторы компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:**

ОПК-3.1 Применяет основные законы движения жидкости и газа-при выполнении задач профессиональной деятельности

ОПК-3.2 Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических и установок, и систем

ОПК-3.3 Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и- систем

ОПК-3.4 •Применяет основные законы термодинамики и систем термодинамических соотношений при решении задач профессиональной, деятельности

ОПК-3.5 Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

ОПК-3.6 Применяет основные законы и способы переноса теплоты массы

ОПК-3.7 Применяет знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках

**Разделы дисциплины:**

1. Теплопроводность при стационарных условиях. Нестационарная теплопроводность.
2. Теплообмен излучением. Защита от излучения. Излучение газов.
3. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Теплоотдача при свободной и вынужденной; конвекции. Сложный теплообмен. Теплообмен, при фазовых превращениях.
4. Теплопередача. Основы расчета теплообменных аппаратов.
5. Массообмен: основные понятия и определения, закономерности.

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

строительства и архитектуры*(наименование ф-та полностью)* Е.Г. Пахомова*(подпись, инициалы, фамилия)*« 30 » июня 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен*(наименование дисциплины)*направление подготовки (специальность) 13.03.01*(шифр согласно ФГОС)*Теплоэнергетика и теплотехника*и наименование направления подготовки (специальности)*Промышленная теплоэнергетика*наименование профиля, специализации или магистерской программы)*форма обучения очная*(очная, очно-заочная, заочная)*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «27» февраля 2023 г.

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика» на заседании кафедры теплогазоводоснабжения от «30» июня 2023 г. протокол № 14.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Семичева Н.Е.  
 Разработчик программы  
 к.т.н., доцент кафедры ТГВ \_\_\_\_\_ Жмакин В.А.  
*(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)*

Согласовано:  
 Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 12 «13» 05 2023 г. на за инфраструктурных энергетических систем от «18» июля 2023 г. протокол № 14 *(наименование кафедры, дата, номер протокол)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Семичева Н.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол №    «  »    20    г. на засе, инфраструктурных энергетических систем от «  »    20 г. протокол №    *(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Семичева Н.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол №    «  »    20    г. на заседании кафедры теплогазоводоснабжения от «  »    20 г. протокол №    *(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Семичева Н.Е.

# 1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

## 1.1 Цель дисциплины

Формирование у обучающихся профессиональных компетенций, под которыми понимается готовность и способность личности применять в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений, навыков об основных понятиях и закономерностях теплообмена, применяемых в теплоэнергетике, тепло- и хладотехнике.

## 1.2 Задачи дисциплины

1 Создание фундамента базовых знаний о законах распространения и передачи тепловой энергии в твердых телах, в жидкостях и газах, применяемых в качестве теплоносителей в теплоэнергетике, теплотехнике, хладотехнике, а также о массообменных процессах при изменении агрегатного состояния теплоносителя, в сушильных установках и аппаратах мокрой очистки газов или увлажнения воздуха для усвоения профильных дисциплин направления подготовки с целью выполнения и организационно-технического сопровождения проектных работ систем газоснабжения, теплоснабжения, котлов и котельных установок; зданий и сооружений, систем жизнеобеспечения зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

2 Развитие умений и навыков использования методов анализа эффективности использования тепловой энергии в теплоэнергетике, тепло- и хладотехнике для критического анализа и оценки технических, технологических и иных решений систем газоснабжения, теплоснабжения, котлов и котельных установок; зданий и сооружений, систем жизнеобеспечения зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

## 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
ОПК-4	Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-4.1 Применяет основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> - основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности.

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности.</li> </ul>
		ОПК-4.2 Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью применять основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.</li> </ul>
		ОПК-4.3 Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью использовать знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем.</li> </ul>
		ОПК-4.4 Применяет основные законы термодинамики и систем термодинамических соотношений при решении задач профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы термодинамики и систем термодинамических соотношений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные законы термодинамики и систем термодинамических соотношений при решении задач профессиональной деятельности.</li> </ul>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			<p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью решать задачи профессиональной деятельности с использованием основных законов термодинамики и систем термодинамических соотношений.</li> </ul>
		<p><b>ОПК-4.5</b> Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теплоэнергетическое оборудование и системы;</li> <li>- нормы и правила работы на энергоустановках;</li> <li>- расчет параметров теплоэнергетических ресурсов и сред.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать техническую и проектную документацию на теплотехническое оборудование и системы.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью определять экономическую эффективность проводимых энергосберегающих мероприятий.</li> </ul>
		<p><b>ОПК-4.6</b> Применяет основные законы и способы переноса теплоты и массы</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы и способы переноса теплоты и массы.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные законы и способы переноса теплоты и массы.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью применять основные законы и способы переноса теплоты и массы.</li> </ul>
		<p><b>ОПК-4.7</b> Применяет знания основ теплообмена в теплотехнических установках</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основ теплообмена в теплотехнических установках.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять знания основ теплообмена в теплотехнических установках.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью применять знания основ теплообмена в теплотехнических установках.</li> </ul>

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Тепломассообмен» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника – профиль «Промышленная теплоэнергетика». Дисциплина изучается на 2 курсе в 3, 4 семестрах.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 8 зачетных единиц (з.е.), 288 академических часа...

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	288
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	98,75
в том числе:	
лекции	32
лабораторные занятия	-
практические занятия	64
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	153,25
Контроль (подготовка к экзамену)	36
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	2,75
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	1,5
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	1,15

## 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Теплопроводность при стационарных условиях. Нестационарная теплопроводность.	<p>Перенос тепловой энергии. Виды теплообмена. Теплопроводность, конвекция и тепловое излучение. Основные понятия и определения курса тепломассообмена. Теплообмен, тепловой поток, плотность теплового потока.</p> <p>Температурное поле, температурный градиент. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.</p> <p>Дифференциальное уравнение теплопроводности для однородных изотропных тел. Учет внутренних источников теплоты. Коэффициент температуропроводности. Условия однозначности. Граничные условия.</p> <p>Теплопроводность при стационарном режиме: Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенки при граничных условиях первого и третьего рода. Термическое сопротивление теплопроводности и теплопередачи. Теплопроводность цилиндрической однослойной и многослойной стенки, шаровой стенки при граничных условиях первого и третьего рода Термическое сопротивление цилиндрической стенки.</p> <p>Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты для тел простейшей геометрической формы (пластина, цилиндр).</p> <p>Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности. Расчет нестационарного температурного поля неограниченной пластины. Охлаждение (нагревание) бесконечной пластины. Охлаждение (нагревание) цилиндра бесконечной длины. Нестационарное температурное поле для тел конечных размеров.</p>
2.	Теплообмен излучением. Защита от излучения. Излучение газов.	<p>Тепловой баланс лучистого теплообмена. Основные законы лучистого теплообмена. Теплообмен излучением между двумя параллельными поверхностями, между телами, когда одно находится внутри другого, между телами произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения. Излучение газов. Теплообмен излучением в топках и камерах сгорания.</p>
3.	Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции. Сложный теплообмен. Теплообмен при фазовых превращениях.	<p>Механизм переноса тепла в движущейся среде, вынужденная и естественная конвекция. Теплоотдача. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.</p> <p>Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Условия подобия. Критерии подобия, их физический смысл, уравнения подобия. Теоремы подобия. Подобие процессов конвективного теплообмена.</p> <p>Теплоотдача в неограниченном пространстве. Теплоотдача при движении теплоносителя вдоль вертикальной и горизонтальной поверхностей. Изменение температур, скоростей и коэффициента теплоотдачи вдоль вертикальной поверхности. Теплоотдача в ограниченном пространстве. Эквивалентный коэффициент теплопроводности.</p> <p>Теплоотдача при обтекании плоской поверхности.</p>

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
		<p>Гидродинамические условия развития процесса. Ламинарный и турбулентный пограничные слои. Теплообмен при течении жидкости в трубах. Гидродинамические условия развития процесса. Теплоотдача при поперечном обтекании одиночного цилиндра и пучка труб.</p> <p>Сложный теплообмен.</p> <p>Теплообмен при конденсации пара. Пленочная и капельная конденсация пара. Теплоотдача при пленочной конденсации пара. Влияние примесей.</p> <p>Общие представления о процессе кипения. Распределение температур в объеме кипящей жидкости. Пузырьковое и пленочное кипение. Зависимость удельного теплового потока и коэффициента теплоотдачи от температурного напора при кипении воды. Влияние различных факторов на интенсивность теплоотдачи при кипении жидкости в большом объеме и в трубах.</p>
4.	Теплопередача. Основы расчета теплообменных аппаратов.	<p>Уравнение теплопередачи. Теплопередача через плоские и цилиндрические одно- и многослойные стенки. Линейный коэффициент теплопередачи и линейное термическое сопротивление теплопередачи цилиндрических стенок. Теплопередача через ребристые поверхности. Тепловая изоляция, виды изоляции. Условия рационального выбора материала для тепловой изоляции.</p> <p>Классификация, схемы и назначение теплообменных аппаратов. Основы теплообменного расчета рекуперативных теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса, уравнение теплопередачи, схемы движения теплоносителей, средний логарифмический температурный напор. Конструктивный и поверочный расчеты рекуперативных теплообменных аппаратов. Основы гидродинамического расчета теплообменных аппаратов.</p>
5.	Массообмен: основные понятия и определения, закономерности.	<p>Основные массообменные процессы. Дифференциальные уравнения массообмена. Молекулярная и конвективная диффузия. Закон Фика. Градиент концентраций. Коэффициент молекулярной диффузии.</p> <p>Массоотдача. Основное уравнение массоотдачи, коэффициент массоотдачи. Массообмен при конденсации пара из парогазовой смеси и при испарении жидкости в парогазовую среду. Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Аналогия процессов тепло - и массообмена.</p>

Таблица 4.1.2 - Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
3 семестр							
1.	Теплопроводность при стационарных условиях. Нестационарная теплопроводность.	6	-	1	У-1,2,3,4,5 МУ-1,2,4	С, Р, РГР	ОПК-4
2.	Теплообмен излучением. Защита от излучения. Излучение газов.	4	-	2	У-1,2,3,4,5 МУ-1,2,4	С, Р, РГР	ОПК-4
3.	Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции. Сложный теплообмен. Теплообмен при фазовых превращениях.	6	-	3	У-1,2,3,4,5 МУ-1,2,4	С, Р, РГР	ОПК-4
4 семестр							
4.	Теплопередача. Основы расчета теплообменных аппаратов.	12	-	4	У-1,2,3,4,5 МУ-1,2,3,4	С, Р, РГР, КП	ОПК-4
5.	Массообмен: основные понятия и определения, закономерности.	4	-	5	У-1,2,3,4,5,6 МУ-1,2,4	С, Р, РГР	ОПК-4

*Примечание:* С – собеседование; Р – реферат; РГР – расчетно-графическая работа; КП - курсовой проект.

## 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

### 4.2.1 Практические занятия

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	2	3
1.	Теплообмен теплопроводностью.	12
2.	Лучистый теплообмен. Экранирование.	8
3.	Сложный теплообмен.	12
4.	Теплопередача. Расчет теплообменного аппарата.	28
5.	Процессы массообмена.	4
Итого:		64

### 4.3. Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
3 семестр			
1.	Теплопроводность при стационарных условиях. Нестационарная теплопроводность.	6 неделя	6
2.	Теплообмен излучением. Защита от излучения. Излучение газов.	12 неделя	6
3.	Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции. Сложный теплообмен. Теплообмен при фазовых превращениях.	18 неделя	5,9
Итого за семестр:			23,9
4 семестр			
4.	Теплопередача. Основы расчета теплообменных аппаратов.	9 неделя	100
5.	Массообмен: основные понятия и определения, закономерности.	18 неделя	29,35
Итого за семестр:			129,35
Итого:			153,25

### 5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*научной библиотекой университета:*

а) библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

б) имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность

выхода в Интернет.

*кафедрой:*

а) путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

б) путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств;

в) путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

- заданий для самостоятельной работы;

- тем рефератов;

- вопросов к зачету, экзамену;

- методических указаний к выполнению практических заданий, курсового проекта и т.д.

*полиграфическим центром (типографией) университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии**

### **6.1 Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины**

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования общепрофессиональных компетенций обучающихся. В рамках дисциплины предусмотрены встречи с экспертами и специалистами филиала АО «Квадра» - «Курская генерация».

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Практическое занятие «Теплообмен теплопроводностью.»	Разбор конкретных ситуаций	6
2	Практическое занятие «Теплопередача. Расчет теплообменного аппарата.»	Разбор конкретных ситуаций	10
Итого:			16

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому, экологическому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства), высокого профессионализма ученых (представителей производства), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки и производства, а также примеры творческого мышления;

- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (разбор конкретных ситуаций, решение кейсов);

- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## **7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах (ОПК-4).	Гидрогазодинамика	Техническая термодинамика Тепломассообмен	

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК-4/основной-завершающий	<p>1. Доля освоенных обучающимся знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3 РПД</p> <p>2. Качество освоенных обучающимся ЗУН</p> <p>3. Умение применять ЗУН в типовых и нестандартных</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• применять основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;</li> <li>• основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> <li>• основ теплообмена в теплотехнических установках;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;</li> <li>• теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем;</li> <li>• основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> <li>• основ теплообмена в теплотехнических установках;</li> </ul>

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	ситуациях	<ul style="list-style-type: none"> <li>• способностью применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• способностью применять основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> </ul>	<p>профессиональной деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;</li> <li>• применять основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> <li>• применять знания основ теплообмена в теплотехнических установках;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• способностью применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• способностью применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;</li> <li>• способностью применять основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> <li>• способностью применять знания основ теплообмена в теплотехнических установках.</li> </ul>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• применять основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;</li> <li>• использовать знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем;</li> <li>• применять основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> <li>• применять знания основ теплообмена в теплотехнических установках;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• способностью применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• способностью применять основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;</li> <li>• способностью использовать знание теплофизических свойств рабочих тел</li> </ul>

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
				при расчетах теплотехнических установок и систем; <ul style="list-style-type: none"> <li>• способностью применять основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> <li>• способностью применять знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках.</li> </ul>

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Теплопроводность при стационарных условиях. Нестационарная теплопроводность.	ОПК-4	Лекция. Практическое занятие № 1. СРС.	Собеседование РГР Реферат	С-1 МУ1,2 1-8	Согласно табл.7.2
2	Теплообмен излучением. Защита от излучения. Излучение газов.	ОПК-4	Лекция. Практическое занятие № 2. СРС.	Собеседование РГР Реферат	С-2 МУ1,2 9-12	Согласно табл.7.2
3	Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции.	ОПК-4	Лекция. Практическое занятие №3. СРС.	Собеседование РГР Реферат	С-3 МУ1,2 13-26	Согласно табл.7.2

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
	Сложный теплообмен. Теплообмен при фазовых превращениях.					
4	Теплопередача. Основы расчета теплообменных аппаратов.	ОПК-4	Лекция. Практическое занятие № 4. СРС.	Собеседование РГР, КП Реферат	С-4 МУ1,2 МУ-3 27-35	Согласно табл.7.2
5	Массообмен: основные понятия и определения, закономерности.	ОПК-4	Лекция. Практическое занятие № 5. СРС.	Собеседование РГР Реферат	С-5 МУ1,2 36-43	Согласно табл.7.2

### Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы для собеседования по разделу (теме) 1. «Теплопроводность при стационарных условиях. Нестационарная теплопроводность.»

1. Основные три вида теплообмена.
2. Что называется тепловым потоком? поверхностной плотностью теплового потока? Единицы их измерения.
3. Что называется температурным полем? Классификация температурных полей.
4. Что называется изотермической поверхностью? изотермой?
5. Что называется температурным градиентом? Его физический смысл. В какую сторону направлен температурный градиент?
6. Расскажите закон Фурье (теплопроводности), напишите его математическую формулу.

Расчетно-графическая работа по разделу (теме) 5 «Теплообмен излучением. Защита от излучения. Излучение газов.»:

#### ЗАДАНИЕ № 2

Сравнить лучистые тепловые потоки между двумя плоскими параллельными поверхностями, разделенными прозрачной средой, (воздух), для двух случаев: 1) между поверхностями нет экрана,  $q_1$ ; 2) между поверхностями расположен один экран,  $q_3$ . Температуры поверхностей:  $t_{w1}$  и  $t_{w2}$ , °С, степени черноты поверхностей:  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ , экрана –  $\varepsilon_3$ .

Таблица 1 - Исходные данные к задаче

Последняя цифра шифра студ. билета	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	Материал экрана	Предпоследняя цифра шифра студ. билета	$t_{w1},$ °C	$t_{w2},$ °C
0	0,5	0,6	Алюминий полированный	0	200	30
1	0,55	0,52	Латунь полированная	1	250	35
2	0,6	0,70	Хром полированный	2	300	25
3	0,52	0,72	Алюминий шероховатый	3	350	20
4	0,58	0,74	Латунь прокатная	4	400	40
5	0,58	0,74	Хром полированный	4	400	40
6	0,70	0,58	Медь полированная	6	500	50
7	0,65	0,62	Алюминий шероховатый	7	550	55
8	0,75	0,73	Латунь полированная	8	600	60
9	0,80	0,77	Сталь полированная	9	650	65

## 1. Порядок выполнения задания.

1.1. Между поверхностями нет экрана (рис. 1). Определяем удельный тепловой поток между плоскими поверхностями по формуле:

$$q_{1-2} = \varepsilon_{пр} C_0 [(T_{w1}/100)^4 - (T_{w2}/100)^4], \text{ Вт/м}^2,$$

где  $C_0 = 5,67 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$  – коэффициент лучеиспускания абсолютно черного тела;

$\varepsilon_{пр}$  – приведенная степень черноты поверхностей, участвующих в теплообмене.

1.2. Для 2-х параллельно расположенных поверхностей приведенная степень черноты определяется по формуле:

$$\varepsilon_{пр} = 1 / (1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1)$$



Рис.1. Расчетная схема теплообмена излучением между двумя поверхностями без экрана

Подставляем полученное значение  $\varepsilon_{пр}$  в формулу теплового потока.

1.3. Между поверхностями расположен один экран (рис.2)

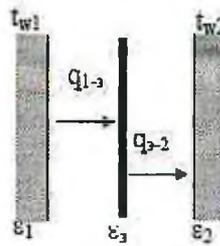


Рис.2. Расчетная схема теплообмена излучением между двумя поверхностями с экраном

При установившихся условиях

$$q_{1-3} = q_{3-2} = q_{1-3-2} = q_{1-2}^3$$

где  $q_{1-2}^3$  – тепловой поток между 1-ой и 2-ой поверхностями при наличии экрана.

1.4. Тепловой поток при наличии экрана

$$q_{1-2}^3 = \varepsilon_{\text{пр}}^3 C_0 [(T_{w1}/100)^4 - (T_{w2}/100)^4], \text{ Вт/м}^2,$$

где  $\varepsilon_{\text{пр}}^3$  – приведенная степень черноты поверхностей, участвующих в теплообмене, при наличии между ними экрана (одного или нескольких).

1.5. Если число плоских экранов  $n$ , приведенную степень черноты  $\varepsilon_{\text{пр}}^3$  считают по формуле

$$\varepsilon_{\text{пр}}^3 = 1 / [1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 + 2 \cdot \sum 1/\varepsilon_{3i} - (n+1)].$$

В данной задаче один экран, т.е.  $n=1$ . Степень черноты экрана  $\varepsilon_3$  выбираем по табл. 2. (см. приложение табл. П.4).

Вывод:

без экрана между поверхностями тепловой поток составляет

$$q_{1-2} = \dots \text{ Вт/м}^2;$$

при наличии одного экрана между поверхностями тепловой поток составляет

$$q_{1-2}^3 = \dots \text{ Вт/м}^2,$$

т.е. тепловой поток при установке экрана уменьшился в

$$q_{1-2}/q_{1-2}^3 = \dots \text{ раз.}$$

Темы рефератов:

1. Основные способы теплообмена и их краткая характеристика: теплопроводность, конвекция, излучение.
2. Теплопроводность как вид теплообмена. Основные понятия: температурное поле, изотермические поверхности, градиент температур.
3. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности, его физический смысл, зависимость от температуры.
4. Дифференциальное уравнение теплопроводности для стационарных и нестационарных условий, при наличии внутренних источников тепла.
5. Уравнения теплопроводности плоской однослойной стенки, плоской многослойной стенки, цилиндрической однослойной стенки, цилиндрической многослойной стенки.

6. Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности неограниченной пластины.
7. Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности цилиндра бесконечной длины.
8. Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности для тел конечных размеров.
9. Теплообмен излучением, его физическая сущность. Основные понятия: лучистый тепловой поток, излучательная способность тела, радиация, экранирование.
10. Основные законы лучистого теплообмена: законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта.
11. Теплообмен излучением между двумя телами: параллельными плоскими поверхностями; одно тело находится внутри другого; между телами при установке между ними экрана.
12. Применение экранов для защиты от излучения. Излучение газов.
13. Конвективный теплообмен, его физическая сущность. Основные понятия: теплоотдача, конвекция свободная и вынужденная, теплоноситель.
14. Основное уравнение конвективного теплообмена (уравнение Ньютона-Рихмана). Факторы, влияющие на интенсивность конвективного теплообмена.
15. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена для стационарного и нестационарного трехмерного температурного поля.
16. Основные критерии теплового подобия. Общий вид критериального уравнения конвективного теплообмена.
17. Теплоотдача при вынужденном продольном обтекании плоской поверхности (пластины).
18. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя внутри трубы.
19. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя при поперечном обтекании одиночной трубы.
20. Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании коридорного пучка труб.
21. Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании шахматного пучка труб.
22. Теплоотдача при свободной конвекции в неограниченном пространстве.
23. Теплоотдача при свободной конвекции в щелях и прослойках.
24. Теплообмен при конденсации пара. Пленочная и капельная конденсация пара.
25. Теплообмен при кипении жидкостей. Пузырьковое и пленочное кипение.
26. Сложная (конвективно-лучистая) теплоотдача. Коэффициент теплоотдачи при сложной теплоотдаче.
27. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи.
28. Теплопередача через плоскую однослойную стенку.
29. Теплопередача через плоскую многослойную стенку.
30. Теплопередача через цилиндрическую однослойную стенку.

31. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку.
32. Теплообменные аппараты. Классификация (схема, принцип действия).
33. Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата: конструктивный расчет.
34. Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата: поверочный расчет.
35. Уравнение теплового баланса для теплообменных аппаратов различных типов (нагреватели, охладители, конденсаторы, выпарные установки).
36. Массопередача. Основные определения: массообмен, движущая сила, фаза, система, распределяемый компонент, носитель, молекулярная диффузия, массоотдача, массопередача.
37. Основные массообменные процессы. Способы задания состава фаз. Условия равновесия. Правило фаз Гиббса.
38. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика, основные понятия: градиент концентраций, коэффициент молекулярной диффузии.
39. Конвективная диффузия. Дифференциальные уравнения массообмена в неподвижной и движущейся среде.
40. Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Движущая сила процесса. Коэффициент массоотдачи, физический смысл, размерность, формула.
41. Массопередача. Перенос вещества в твердой фазе. Критерий Био. Аналогия процессов тепло- и массообмена.
42. Классификация сушильных установок по способу подвода тепла.
43. Классификация конвективных сушилок (схема, принцип действия, достоинства и недостатки, область применения).

Темы курсовых работ (проектов):

«Тепловой расчёт кожухотрубчатого водо-водяного подогревателя».

Таблица П.1 - Исходные данные вариантов.

Показатели	Ед.из	Выбор варианта									
		Последняя цифра шифра									
Расход греющей воды $G_1$	кг/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
				2200	4800	6500	10500	12500	5000	6000	7000
Температура греющей воды на входе в ТО $t'_1$	$^{\circ}\text{C}$	90	92	91	93	94	96	98	97	99	95
Расход нагреваемой воды $G_2$	кг/ч	4100	8400	10500	17000	20000	8000	10000	12500	15000	17000

Показатели	Ед.из	Выбор варианта									
		49	69	82	107	158	209	259	309	82	158
Внутренний диаметр корпуса D	мм	49	69	82	107	158	209	259	309	82	158
Число трубок в секции n		4	7	10	19	37	61	109	151	10	37
Температура нагреваемой воды на входе в ТО $t'_2$	$^{\circ}\text{C}$	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
		6	7	8	9	5	6	7	10	9	10
Температура нагреваемой воды на выходе из ТО $t''_2$	$^{\circ}\text{C}$	47	48	49	52	54	52	53	45	55	50
Коэффициент теплопроводности материала трубок $\lambda$	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^{\circ}\text{C}}$	105	102	106	100	108	110	112	114	118	101
Расчетная длина секции ТО $l$	м	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8
Диаметры трубок $d_2/d_1$	мм	16/14									

Требования к структуре, содержанию, объему, оформлению курсовых работ (курсовых проектов), процедуре защиты, а также критерии оценки определены в:

- стандарте СТУ 04.02.030 «Курсовые работы (проекты). Выпускные квалификационные работы. Общие требования к структуре и оформлению»;
- положении П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;
- методических указаниях по выполнению курсового проекта.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

## Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета и экзамена, а также защиты курсового проекта. Зачет и экзамен проводятся в форме тестирования (бланкового и/или компьютерного).

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

### Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

Что называется теплопроводностью?

- А) процесс распространения теплоты посредством электромагнитных волн, испускаемым телом.
- Б) процесс распространения тепла при непосредственном соприкосновении частиц с различной температурой.
- В) процесс переноса теплоты между поверхностью твердого тела и жидкостью или газом.

Г) процесс переноса теплоты от нагретого теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку.

Д) процесс переноса теплоты путем перемещения и перемешивания частиц с различной температурой.

Задание в открытой форме:

Теплообмен излучением – это процесс распространения теплоты посредством \_\_\_\_\_, испускаемых телом.

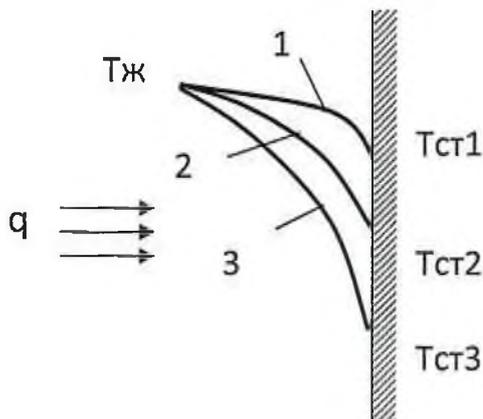
Задание на установление правильной последовательности

Выберите правильную последовательность длин волн лучей в спектре излучения в от меньшего к большему: а) ультрафиолетовые; б) световые; в) инфракрасные; г) рентгеновские; д) микроволны; е) гамма-лучи.

- А) е - д - г - в - б - а
- Б) а - б - в - г - д - е
- В) б - г - а - в - д - е
- Г) б - а - в - г - д - е
- Д) д - е - а - в - б - г

Задание на установление соответствия:

Укажите какой график (1,2,3) изменения температуры в пристенном слое соответствует а) наименьшему, б) максимальному и в) среднему между ними коэффициенту теплоотдачи, если тепловые потоки  $q$  во всех случаях равны:



Компетентностно-ориентированная задача:

Определить тепловой поток  $Q$ , излучаемый стальной трубой с окисленной поверхностью ( $\epsilon_1 = \text{см. рис.}$ ), имеющей наружный диаметр  $d_n = 70$  мм и длину  $l = 10$  м. Температура поверхности трубы  $t_1 = 230$  °С. Труба расположена в помещении на большом удалении от стен, температура которых  $t_2 = 20$  °С.  $C_0 = 5,67$  Вт/(м<sup>2</sup>\*К<sup>4</sup>) - коэффициент излучения абсолютно черного тела. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

- а)  $Q = 565$  Вт.
- б)  $Q = 279$  Вт.

- в)  $Q = 3812$  Вт.
- г)  $Q = 6706$  Вт.
- д)  $Q = 5647$  Вт.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

#### 7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Контроль начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
3 семестр				
Лекции: Собеседования №1,2,3	9	Выполнил, доля правильных ответов не менее 50%	18	Выполнил, доля правильных ответов более 90%
Практические занятия: Расчетно-графическая работа №1 (РГР-1).	12	РГР выполнена в полном объеме, доля правильных ответов не менее 50%.	24	РГР выполнена в полном объеме, доля правильных ответов более 90%.
СРС: Реферат	3	Объем реферата менее 15 л. Содержание и оформление реферата не соответствует требованиям, тема реферата раскрыта неполностью.	6	Объем реферата не менее 15 л. Содержание и оформление реферата соответствует требованиям, тема реферата раскрыта полностью.
Успеваемость	24		48	
Посещаемость	8		16	
Зачет	18		36	
Итого	50		100	
4 семестр				
Лекции:	6	Выполнил, доля правильных	12	Выполнил, доля правильных

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Собеседования №4,5.		ответов менее 50%		ответов более 90%
Практические занятия: Курсовой проект (КП)	12	КП выполнен в неполном объеме, допущено несколько существенных ошибок в расчетах.	24	КП выполнен в полном объеме и без существенных ошибок в расчетах.
Практические занятия: Расчетно-графическая работа №2 (РГР-2).	3	РГР выполнена в полном объеме, доля правильных ответов не менее 50%.	6	РГР выполнена в полном объеме, доля правильных ответов более 90%.
СРС: Реферат	3	Объем реферата менее 15 л. Содержание и оформление реферата не соответствует требованиям, тема реферата раскрыта неполностью.	6	Объем реферата не менее 15 л. Содержание и оформление реферата соответствует требованиям, тема реферата раскрыта полностью.
Успеваемость	24		48	
Посещаемость	8		16	
Экзамен	18		36	
Итого	50		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 36 баллов.

## 8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 8.1 Основная учебная литература

1. Дерюгин, Виктор Владимирович. Тепломассообмен : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата "Строительство" и "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. В. Дерюгин, В. Ф. Васильев, В. М. Уляшева. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 240 с. - Текст : непосредственный.

2. Шаров, Ю. И. Тепломассообмен : учебное пособие / Ю. И. Шаров, О. К.

Григорьева. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. - 164 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576520> (дата обращения 01.08.2023) . - Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

3. Стоянов, Н. И. Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен : учебное пособие / Н. И. Стоянов, С. С. Смирнов, А. В. Смирнова ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014. - 225 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750> (дата обращения 01.08.2023) . - Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

## 8.2 Дополнительная учебная литература

4. Оболенский, Н. В. Практикум по теплотехнике : учебное пособие / Н. В. Оболенский ; В. Л. Осокин. - Княгинино : НГИЭИ, 2010. - 236 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430983> (дата обращения 01.08.2023) . - Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

5. Мирам, Андрей Олегович. Техническая термодинамика. Тепломассообмен : учебник для студентов, обучающихся по направлению 270100 "Строительство" / А. О. Мирам, В. А. Павленко. - Москва : АСВ, 2017. - 352 с. - Текст : непосредственный.

6. Дерюгин, Виктор Владимирович. Тепломассообмен : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Строительство" и "Теплоэнергетика и теплотехника" (уровень бакалавриат) / В. В. Дерюгин, В. В. Васильев, В. М. Уляшева. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 240 с. - Текст : непосредственный.

7. Амирханов, Д. Г. Техническая термодинамика : учебное пособие / Д. Г. Амирханов, Р. Д. Амирханов ; ред. Е. И. Шевченко ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. - Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. - 264 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428258> (дата обращения: 01.08.2023). - Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

## 8.3 Перечень методических указаний

1. Тепломассообмен : методические указания и задания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов очной и заочной формы обучения направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 08.04.01 «Строительство»,

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. А. Жмакин, Н. С. Кобелев, Е. М. Кувардина. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 33 с. – Текст : электронный.

2. Тепломассообмен : методические рекомендации для курсового проектирования студентов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» очной и заочной форм обучения / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: Е. М. Кувардина, В. А. Жмакин. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 48 с. – Текст : электронный.

3. Самостоятельная работа студентов : методические указания по организации самостоятельной работы студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры по направлениям подготовки 08.03.01 Строительство, 08.04.01 Строительство, 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Н. Е. Семичева [и др.]. - Курск : ЮЗГУ, 2022. - 39 с. - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный.

#### **8.4 Другие учебно-методические материалы**

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

1. Известия РАН. Энергетика.
2. Экология и промышленность России.
3. Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика.
4. Жилищное строительство.
5. Промышленное и гражданское строительство.
6. Известия Юго-Западного государственного университета.
7. Известия Юго-Западного государственного университета Серия Техника и технологии.

#### **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.lib.swsu.ru> - Электронная библиотека ЮЗГУ
2. <http://biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
3. <http://window.edu.ru/catalog/> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам
4. <https://elibrary.ru> – Крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 26 млн. научных статей и публикаций.
5. <http://elibrary.rsl.ru> – Электронная библиотека Российской государственной библиотеки.

#### **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Тепломассообмен» являются лекции, лабораторные и практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные и практические занятия, которые обеспечивают контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступают на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, контроля выполнения расчетно-графических работ на практических занятиях, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Тепломассообмен»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, отработку студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному

освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Тепломассобмен» с целью освоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Тепломассобмен» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Libreoffice, операционная система Windows  
Антивирус Касперского (или ESETNOD)

### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры ИЭС, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска.

Термогигрометр ТГЦ-1У.

Промышленный технический фен STENINEL HG-2000E 342616.

Цифровой термометр ETI2001.

Установка для изучения теплоотдачи при течении жидкости в трубе.

Термометр СП-2-100/103.

Термометр технический ТТЖ 200/103.

Термометр технический ТТП 100/103.

Фен ФЭ-2000 (990).

Проекционный экран на штативе; Мультимедиацентр: ноутбук ASUSX50VLPMD-T2330/14"/1024Mb/160Gb /сумка/ проектор inFocusIN24+ (39945,45).

### **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий

контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

**14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			
1	2	-	-	-	1	24.11.15	Примечание 1801 от 24.11.2015 уч. мастер И.И. И.И.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «25» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика» на заседании кафедры теплогазоводоснабжения от «28» июня 2021 г. протокол № 13.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Семичева Н.Е.

Разработчик программы  
к.т.н., доцент кафедры ТГВ \_\_\_\_\_ Жмакин В.А.  
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Согласовано:  
Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «25» 06 2021 г. на заседании кафедры теплогазоводоснабжения от «01» 07 2022г. протокол № 14.  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Семичева Н.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «28» 02 2022 г. на заседании кафедры теплогазоводоснабжения от «30» 06 2023г. протокол № 14.  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Семичева Н.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол № 12 «29» 05 2023 г. на заседании инфраструктурных энергетических систем от «28» июня 2024г. протокол № 14.  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Семичева Н.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол №\_\_ «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ г. на заседании кафедры теплогазоводоснабжения от «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ г. протокол №\_\_ . (наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Семичева Н.Е.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика», одобренного Ученым советом университета протокол №\_\_ «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ г. на заседании кафедры теплогазоводоснабжения от «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ г. протокол №\_\_ . (наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Семичева Н.Е.

# 1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

## 1.1 Цель дисциплины

Формирование у обучающихся профессиональных компетенций, под которыми понимается готовность и способность личности применять в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений, навыков об основных понятиях и закономерностях теплообмена, применяемых в теплоэнергетике, тепло- и хладотехнике.

## 1.2 Задачи дисциплины

1 Создание фундамента базовых знаний о законах распространения и передачи тепловой энергии в твердых телах, в жидкостях и газах, применяемых в качестве теплоносителей в теплоэнергетике, теплотехнике, хладотехнике, а также о массообменных процессах при изменении агрегатного состояния теплоносителя, в сушильных установках и аппаратах мокрой очистки газов или увлажнения воздуха для усвоения профильных дисциплин направления подготовки с целью выполнения и организационно-технического сопровождения проектных работ систем газоснабжения, теплоснабжения, котлов и котельных установок; зданий и сооружений, систем жизнеобеспечения зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;

2 Развитие умений и навыков использования методов анализа эффективности использования тепловой энергии в теплоэнергетике, тепло- и хладотехнике для критического анализа и оценки технических, технологических и иных решений систем газоснабжения, теплоснабжения, котлов и котельных установок; зданий и сооружений, систем жизнеобеспечения зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

## 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора. достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
ОПК-3	Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-3.1 Применяет основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> - основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности.

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности.</li> </ul>
		<p><b>ОПК-3.2</b> Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью применять основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.</li> </ul>
		<p><b>ОПК-3.3</b> Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем.</li> </ul> <p><b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью использовать знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем.</li> </ul>
		<p><b>ОПК-3.4</b> Применяет основные законы термодинамики и систем термодинамических соотношений при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы термодинамики и систем термодинамических соотношений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные законы термодинамики и систем термодинамических соотношений при решении задач профессиональной деятельности.</li> </ul>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			<b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> - способностью решать задачи профессиональной деятельности с использованием основных законов термодинамики и систем термодинамических соотношений.
		<b>ОПК-3.5</b> Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	<b>Знать:</b> - теплотехническое оборудование и системы; - нормы и правила работы на энергоустановках; - расчет параметров теплотехнических ресурсов и сред. <b>Уметь:</b> - анализировать техническую и проектную документацию на теплотехническое оборудование и системы. <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> - способностью определять экономическую эффективность проводимых энергосберегающих мероприятий.
		<b>ОПК-3.6</b> Применяет основные законы и способы переноса теплоты и массы	<b>Знать:</b> - основные законы и способы переноса теплоты и массы. <b>Уметь:</b> - применять основные законы и способы переноса теплоты и массы. <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> - способностью применять основные законы и способы переноса теплоты и массы.
		<b>ОПК-3.7</b> Применяет знания основ теплообмена в теплотехнических установках	<b>Знать:</b> - основ теплообмена в теплотехнических установках. <b>Уметь:</b> - применять знания основ теплообмена в теплотехнических установках. <b>Владеть (или Иметь опыт деятельности):</b> - способностью применять знания основ теплообмена в теплотехнических установках.

## 2 Указание места дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Тепломассообмен» входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Промышленная теплоэнергетика». Дисциплина изучается на 2 и 3 курсах.

**3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 8 зачетных единиц (з.е.), 288 академических часов.

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	288
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	25,74
в том числе:	
лекции	12
лабораторные занятия	2
практические занятия	10
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	244,26
Контроль (подготовка к экзамену)	18
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	1,74
в том числе:	
зачет	не предусмотрен
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	1,5
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	0,24

**4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.**

### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
4 семестр		
1.	Теплопроводность при стационарных условиях. Нестационарная	Перенос тепловой энергии. Виды теплообмена. Теплопроводность, конвекция и тепловое излучение. Основные понятия и определения курса тепломассообмена. Теплообмен, тепловой поток, плотность теплового потока.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
	теплопроводность.	<p>Температурное поле, температурный градиент. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.</p> <p>Дифференциальное уравнение теплопроводности для однородных изотропных тел. Учет внутренних источников теплоты. Коэффициент температуропроводности. Условия однозначности. Граничные условия.</p> <p>Теплопроводность при стационарном режиме:</p> <p>Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенки при граничных условиях первого и третьего рода. Термическое сопротивление теплопроводности и теплопередачи. Теплопроводность цилиндрической однослойной и многослойной стенки, шаровой стенки при граничных условиях первого и третьего рода Термическое сопротивление цилиндрической стенки.</p> <p>Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты для тел простейшей геометрической формы (пластина, цилиндр).</p> <p>Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности. Расчет нестационарного температурного поля неограниченной пластины. Охлаждение (нагревание) бесконечной пластины. Охлаждение (нагревание) цилиндра бесконечной длины. Нестационарное температурное поле для тел конечных размеров.</p>
2.	Теплообмен излучением. Защита от излучения. Излучение газов.	<p>Тепловой баланс лучистого теплообмена. Основные законы лучистого теплообмена. Теплообмен излучением между двумя параллельными поверхностями, между телами, когда одно находится внутри другого, между телами произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения. Излучение газов. Теплообмен излучением в топках и камерах сгорания.</p>
3.	Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции. Сложный теплообмен при фазовых превращениях.	<p>Механизм переноса тепла в движущейся среде, вынужденная и естественная конвекция. Теплоотдача. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.</p> <p>Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.</p> <p>Условия подобия. Критерии подобия, их физический смысл, уравнения подобия. Теоремы подобия. Подобие процессов конвективного теплообмена.</p> <p>Теплоотдача в неограниченном пространстве. Теплоотдача при движении теплоносителя вдоль вертикальной и горизонтальной поверхностей. Изменение температур, скоростей и коэффициента теплоотдачи вдоль вертикальной поверхности. Теплоотдача в ограниченном пространстве. Эквивалентный коэффициент теплопроводности.</p> <p>Теплоотдача при обтекании плоской поверхности. Гидродинамические условия развития процесса. Ламинарный и турбулентный пограничные слои. Теплообмен при течении жидкости в трубах. Гидродинамические условия развития процесса. Теплоотдача при поперечном обтекании одиночного</p>

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
		цилиндра и пучка труб. Сложный теплообмен. Теплообмен при конденсации пара. Пленочная и капельная конденсация пара. Теплоотдача при пленочной конденсации пара. Влияние примесей. Общие представления о процессе кипения. Распределение температур в объеме кипящей жидкости. Пузырьковое и пленочное кипение. Зависимость удельного теплового потока и коэффициента теплоотдачи от температурного напора при кипении воды. Влияние различных факторов на интенсивность теплоотдачи при кипении жидкости в большом объеме и в трубах.
4.	Теплопередача. Основы расчета теплообменных аппаратов.	Уравнение теплопередачи. Теплопередача через плоские и цилиндрические одно- и многослойные стенки. Линейный коэффициент теплопередачи и линейное термическое сопротивление теплопередачи цилиндрических стенок. Теплопередача через ребристые поверхности. Тепловая изоляция, виды изоляции. Условия рационального выбора материала для тепловой изоляции. Классификация, схемы и назначение теплообменных аппаратов. Основы теплообменного расчета рекуперативных теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса, уравнение теплопередачи, схемы движения теплоносителей, средний логарифмический температурный напор. Конструктивный и поверочный расчеты рекуперативных теплообменных аппаратов. Основы гидродинамического расчета теплообменных аппаратов.
5 семестр		
5.	Массообмен: основные понятия и определения, закономерности.	Основные массообменные процессы. Дифференциальные уравнения массообмена. Молекулярная и конвективная диффузия. Закон Фика. Градиент концентраций. Коэффициент молекулярной диффузии. Массоотдача. Основное уравнение массоотдачи, коэффициент массоотдачи. Массообмен при конденсации пара из парогазовой смеси и при испарении жидкости в парогазовую среду. Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Аналогия процессов тепло - и массообмена.

Таблица 4.1.2 - Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
4 семестр							
1.	Теплопроводность при	2	-	1	У-1,2,3,4,5,6	С, Р, РГР	ОПК-3

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
	стационарных условиях. Нестационарная теплопроводность.				МУ-1,2,3,6		
2.	Теплообмен излучением. Защита от излучения. Излучение газов.	2	-	2	У-1,2,3,4,5,6 МУ-1,2,3,6	С, Р, РГР	ОПК-3
3.	Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции. Сложный теплообмен. Теплообмен при фазовых превращениях.	2	1	3	У-1,2,3,4,5,6 МУ-1,2,3,4,6	С, Р, РГР, ЗЛР	ОПК-3
4.	Теплопередача. Основы расчета теплообменных аппаратов.	2	-	4	У-1,2,3,4,5,6 МУ-1,2,3,5,6	С, Р, КП	ОПК-3
<b>5 семестр</b>							
5.	Массообмен: основные понятия и определения, закономерности.	4	-	5	У-1,2,3,4,5,6 МУ-1,2,3,6	С, Р, РГР	ОПК-3

*Примечание:* С – собеседование; Р – реферат; РГР – расчетно-графическая работа; ЗЛР – защита лабораторной работы; КП - курсовой проект.

## 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

### 4.2.1 Лабораторные работы

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	2	3
1.	Теплообмен при вынужденной конвекции. «Определение коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции воздуха».	2
Итого:		2

### 4.2.2 Практические занятия

Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	2	3
1.	Теплообмен теплопроводностью.	2
2.	Лучистый теплообмен. Экранирование.	2
3.	Сложный теплообмен.	2
4.	Теплопередача. Расчет теплообменного аппарата.	2
5.	Процессы массообмена.	2
Итого:		10

#### 4.3. Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
1	2	3	4
4 семестр			
1.	Теплопроводность при стационарных условиях. Нестационарная теплопроводность.	4 неделя	48
2.	Теплообмен излучением. Защита от излучения. Излучение газов.	8 неделя	48
3.	Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции. Сложный теплообмен. Теплообмен при фазовых превращениях.	12 неделя	50
4.	Теплопередача. Основы расчета теплообменных аппаратов.	18 неделя	50
5 семестр			
5.	Массообмен: основные понятия и определения, закономерности.	18 неделя	48,26
Итого:			244,26

## **5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*научной библиотекой университета:*

а) библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

б) имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

а) путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;

б) путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств;

в) путем разработки:

- методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;

- заданий для самостоятельной работы;

- тем рефератов;

- вопросов к экзамену;

- методических указаний к выполнению лабораторных работ, практических заданий, курсового проекта и т.д.

*полиграфическим центром (типографией) университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;

- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии**

### **6.1 Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины**

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования общепрофессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Практическое занятие «Теплопередача. Основы расчета теплообменных аппаратов.»	Разбор конкретных ситуаций	2
Итого:			2

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому, экологическому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства), высокого профессионализма ученых (представителей производства), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки и производства, а также примеры творческого мышления;

- применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (разбор конкретных ситуаций, решение кейсов);

- личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и содержание компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули), при изучении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах (ОПК-3)	Гидрогазодинамика Техническая термодинамика	Тепломассообмен	

### 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ОПК-3/ основной-завершающий	1. Доля освоенных обучающимися знаний, умений, навыков от общего объема ЗУН, установленных в п.1.3 РПД 2. Качество освоенных обучающимися ЗУН 3. Умение	Знать: • основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности; • основные законы и способы переноса теплоты и массы; Уметь: • применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности; • применять основные	Знать: • основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности; • основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем; • основные законы и способы переноса теплоты и массы; • основ теплообмена в теплотехнических установках;	Знать: • основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности; • основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем; • теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем; • основные законы и способы переноса

Код компетенции/ этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	применять ЗУН в типовых и нестандартных ситуациях	<p>законы и способы переноса теплоты и массы;</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• способностью применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• способностью применять основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> </ul>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;</li> <li>• применять основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> <li>• применять знания основ теплообмена в теплотехнических установках;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• способностью применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• способностью применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;</li> <li>• способностью применять основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> <li>• способностью применять знания основ теплообмена в</li> </ul>	<p>теплоты и массы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основ теплообмена в теплотехнических установках;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• применять основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;</li> <li>• использовать знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем;</li> <li>• применять основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> <li>• применять знания основ теплообмена в теплотехнических установках;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• способностью применять основные законы движения жидкости и газа при выполнении задач профессиональной деятельности;</li> <li>• способностью применять основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических</li> </ul>

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
			теплотехнических установках.	установок и систем; <ul style="list-style-type: none"> <li>• способностью использовать знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем;</li> <li>• способностью применять основные законы и способы переноса теплоты и массы;</li> <li>• способностью применять знания основ теплообмена в теплотехнических установках.</li> </ul>

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1	Теплопроводность при стационарных условиях. Нестационарная теплопроводность.	ОПК-3	Лекция. Практическое занятие № 1. СРС.	Собеседование РГР Реферат	С-1 МУ1,2,3 1-8	Согласно табл.7.2
2	Теплообмен излучением. Защита от излучения. Излучение газов.	ОПК-3	Лекция. Практическое занятие № 2. СРС.	Собеседование РГР Реферат	С-2 МУ1,2,3 9-12	Согласно табл.7.2

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№№ заданий	
3	Конвективный теплообмен. Основы теории подобия. Теплоотдача при свободной и вынужденной конвекции. Сложный теплообмен. Теплообмен при фазовых превращениях.	ОПК-3	Лекция. Лабораторная работа №1. Практическое занятие №3. СРС.	Собеседование ЗЛР РГР Реферат	С-3 МУ-4 МУ1,2,3 13-26	Согласно табл.7.2
4	Теплопередача. Основы расчета теплообменных аппаратов.	ОПК-3	Лекция. Практическое занятие № 4. СРС.	Собеседование КП Реферат	С-4 МУ-5 27-35	Согласно табл.7.2
5	Массообмен: основные понятия и определения, закономерности.	ОПК-3	Лекция. Практическое занятие № 5. СРС.	Собеседование РГР Реферат	С-5 МУ1,2,3 36-43	Согласно табл.7.2

### Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

Вопросы для собеседования по разделу (теме) 1. «Теплопроводность при стационарных условиях. Нестационарная теплопроводность.»

1. Основные три вида теплообмена.
2. Что называется тепловым потоком? поверхностной плотностью теплового потока? Единицы их измерения.
3. Что называется температурным полем? Классификация температурных полей.
4. Что называется изотермической поверхностью? изотермой?
5. Что называется температурным градиентом? Его физический смысл. В какую сторону направлен температурный градиент?
6. Расскажите закон Фурье (теплопроводности), напишите его математическую формулу.

Расчетно-графическая работа по разделу (теме) 5 «Теплообмен излучением. Защита от излучения. Излучение газов.»:

#### ЗАДАНИЕ № 2

Сравнить лучистые тепловые потоки между двумя плоскими параллельными поверхностями, разделенными прозрачной средой, (воздух), для двух случаев: 1)

между поверхностями нет экрана,  $q$ ; 2) между поверхностями расположен один экран,  $q_3$ . Температуры поверхностей:  $t_{w1}$  и  $t_{w2}$ , °C, степени черноты поверхностей:  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ , экрана –  $\varepsilon_3$ .

Таблица 1 - Исходные данные к задаче

Последняя цифра шифра студ. билета	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	Материал экрана	Предпоследняя цифра шифра студ. билета	$t_{w1}$ , °C	$t_{w2}$ , °C
0	0,5	0,6	Алюминий полированный	0	200	30
1	0,55	0,52	Латунь полированная	1	250	35
2	0,6	0,70	Хром полированный	2	300	25
3	0,52	0,72	Алюминий шероховатый	3	350	20
4	0,58	0,74	Латунь прокатная	4	400	40
5	0,58	0,74	Хром полированный	4	400	40
6	0,70	0,58	Медь полированная	6	500	50
7	0,65	0,62	Алюминий шероховатый	7	550	55
8	0,75	0,73	Латунь полированная	8	600	60
9	0,80	0,77	Сталь полированная	9	650	65

### 1. Порядок выполнения задания.

1.1. Между поверхностями нет экрана (рис. 1). Определяем удельный тепловой поток между плоскими поверхностями по формуле:

$$q_{1-2} = \varepsilon_{пр} C_0 [(T_{w1}/100)^4 - (T_{w2}/100)^4], \text{ Вт/м}^2,$$

где  $C_0 = 5,67 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{K}^4)$  – коэффициент лучеиспускания абсолютно черного тела;

$\varepsilon_{пр}$  – приведенная степень черноты поверхностей, участвующих в теплообмене.

1.2. Для 2-х параллельно расположенных поверхностей приведенная степень черноты определяется по формуле:

$$\varepsilon_{пр} = 1 / (1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 - 1)$$

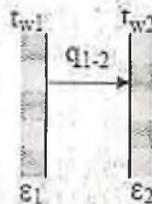


Рис.1. Расчетная схема теплообмена излучением между двумя поверхностями без экрана

Подставляем полученное значение  $\varepsilon_{пр}$  в формулу теплового потока.

### 1.3. Между поверхностями расположен один экран (рис.2)

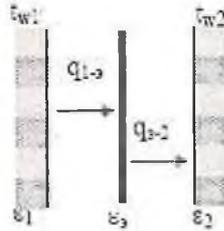


Рис.2. Расчетная схема теплообмена излучением между двумя поверхностями с экраном

При установившихся условиях

$$q_{1-3} = q_{3-2} = q_{1-3-2} = q_{1-2}^3$$

где  $q_{1-2}^3$  – тепловой поток между 1-ой и 2-ой поверхностями при наличии экрана.

### 1.4. Тепловой поток при наличии экрана

$$q_{1-2}^3 = \varepsilon_{пр}^3 C_0 [(T_{w1}/100)^4 - (T_{w2}/100)^4], \text{ Вт/м}^2,$$

где  $\varepsilon_{пр}^3$  – приведенная степень черноты поверхностей, участвующих в теплообмене, при наличии между ними экрана (одного или нескольких).

1.5. Если число плоских экранов  $n$ , приведенную степень черноты  $\varepsilon_{пр}^3$  считают по формуле

$$\varepsilon_{пр}^3 = 1 / [1/\varepsilon_1 + 1/\varepsilon_2 + 2 \cdot \sum 1/\varepsilon_{эi} - (n+1)].$$

В данной задаче один экран, т.е.  $n=1$ . Степень черноты экрана  $\varepsilon_3$  выбираем по табл. 2. (см. приложение табл. П.4).

Вывод:

без экрана между поверхностями тепловой поток составляет

$$q_{1-2} = \dots \text{ Вт/м}^2;$$

при наличии одного экрана между поверхностями тепловой поток составляет

$$q_{1-2}^3 = \dots \text{ Вт/м}^2,$$

т.е. тепловой поток при установке экрана уменьшился в

$$q_{1-2}/q_{1-2}^3 = \dots \text{ раз.}$$

## Защита лабораторной работы

«Определение коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции воздуха»

Целью работы является углубление знаний по теории конвективного теплообмена, ознакомление с методикой опытного исследования процесса теплообмена и получение навыков в проведении эксперимента.

### Задание

1. Определить опытным путём коэффициент теплоотдачи конвекцией от горизонтальной трубы к воздуху.

2. Вычислить теоретическое значение коэффициента теплоотдачи от горизонтальной трубы к воздуху по критериальному уравнению и сравнить его с опытным значением.

3. Составить отчет по работе.

#### Контрольные вопросы

1. Что называется конвекцией? Какие виды конвекции существуют?
2. Что называется свободной конвекцией? Каков механизм теплоотдачи при свободной конвекции?
3. Что называется вынужденной конвекцией? Каков механизм теплоотдачи при вынужденной конвекции?
4. Что такое конвективная теплоотдача?
5. Основное уравнение теплоотдачи.
6. Коэффициент теплоотдачи, физический смысл, размерность. От каких факторов зависит коэффициент теплоотдачи?
7. Критерии теплового подобия, формулы, их физический смысл.
8. Критериальное уравнение теплоотдачи при свободной конвекции.
9. Описание лабораторной установки и ход проведения опыта.
10. В чем суть расчета коэффициента теплоотдачи первым и вторым способом?

#### Рефераты:

1. Основные способы теплообмена и их краткая характеристика: теплопроводность, конвекция, излучение.
2. Теплопроводность как вид теплообмена. Основные понятия: температурное поле, изотермические поверхности, градиент температур.
3. Закон Фурье, коэффициент теплопроводности, его физический смысл, зависимость от температуры.
4. Дифференциальное уравнение теплопроводности для стационарных и нестационарных условий, при наличии внутренних источников тепла.
5. Уравнения теплопроводности плоской однослойной стенки, плоской многослойной стенки, цилиндрической однослойной стенки, цилиндрической многослойной стенки.
6. Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности неограниченной пластины.
7. Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности цилиндра бесконечной длины.
8. Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности для тел конечных размеров.
9. Теплообмен излучением, его физическая сущность. Основные понятия: лучистый тепловой поток, излучательная способность тела, радиация, экранирование.

10. Основные законы лучистого теплообмена: законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта.
11. Теплообмен излучением между двумя телами: параллельными плоскими поверхностями; одно тело находится внутри другого; между телами при установке между ними экрана.
12. Применение экранов для защиты от излучения. Излучение газов.
13. Конвективный теплообмен, его физическая сущность. Основные понятия: теплоотдача, конвекция свободная и вынужденная, теплоноситель.
14. Основное уравнение конвективного теплообмена (уравнение Ньютона-Рихмана). Факторы, влияющие на интенсивность конвективного теплообмена.
15. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена для стационарного и нестационарного трехмерного температурного поля.
16. Основные критерии теплового подобия. Общий вид критериального уравнения конвективного теплообмена.
17. Теплоотдача при вынужденном продольном обтекании плоской поверхности (пластины).
18. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя внутри трубы.
19. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя при поперечном обтекании одиночной трубы.
20. Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании коридорного пучка труб.
21. Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании шахматного пучка труб.
22. Теплоотдача при свободной конвекции в неограниченном пространстве.
23. Теплоотдача при свободной конвекции в щелях и прослойках.
24. Теплообмен при конденсации пара. Пленочная и капельная конденсация пара.
25. Теплообмен при кипении жидкостей. Пузырьковое и пленочное кипение.
26. Сложная (конвективно-лучистая) теплоотдача. Коэффициент теплоотдачи при сложной теплоотдаче.
27. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи.
28. Теплопередача через плоскую однослойную стенку.
29. Теплопередача через плоскую многослойную стенку.
30. Теплопередача через цилиндрическую однослойную стенку.
31. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку.
32. Теплообменные аппараты. Классификация (схема, принцип действия).
33. Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата: конструктивный расчет.
34. Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата: поверочный расчет.
35. Уравнение теплового баланса для теплообменных аппаратов различных типов (нагреватели, охладители, конденсаторы, выпарные установки).

36. Массопередача. Основные определения: массообмен, движущая сила, фаза, система, распределяемый компонент, носитель, молекулярная диффузия, массоотдача, массопередача.
37. Основные массообменные процессы. Способы задания состава фаз. Условия равновесия. Правило фаз Гиббса.
38. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика, основные понятия: градиент концентраций, коэффициент молекулярной диффузии.
39. Конвективная диффузия. Дифференциальные уравнения массообмена в неподвижной и движущейся среде.
40. Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Движущая сила процесса. Коэффициент массоотдачи, физический смысл, размерность, формула.
41. Массопередача. Перенос вещества в твердой фазе. Критерий Био. Аналогия процессов тепло- и массообмена.
42. Классификация сушильных установок по способу подвода тепла.
43. Классификация конвективных сушилок (схема, принцип действия, достоинства и недостатки, область применения).

Темы курсовых работ (проектов):

«Тепловой расчёт кожухотрубчатого водо-водяного подогревателя».

Таблица П.1 - Исходные данные вариантов.

Показатели	Ед. из	Выбор варианта									
		Последняя цифра шифра									
Расход греющей воды $G_1$	кг/ч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
				220 0	480 0	650 0	105 00	125 00	500 0	600 0	700 0
Температура греющей воды на входе в ТО $t'_1$	$^{\circ}\text{C}$	90	92	91	93	94	96	98	97	99	95
Расход нагреваемой воды $G_2$	кг/ч	410 0	840 0	105 00	170 00	200 00	800 0	100 00	125 00	150 00	170 00
Внутренний диаметр корпуса $D$	мм	49	69	82	107	158	209	259	309	82	158
Число трубок в секции $n$		4	7	10	19	37	61	109	151	10	37

Показатели	Ед. из	Выбор варианта									
		Предпоследняя цифра шифра									
Температура нагреваемой воды на входе в ТО $t'_2$	$^{\circ}\text{C}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
				6	7	8	9	5	6	7	10
Температура нагреваемой воды на выходе из ТО $t''_2$	$^{\circ}\text{C}$	47	48	49	52	54	52	53	45	55	50
Коэффициент теплопроводности материала трубок $\lambda$	$\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$	105	102	106	100	108	110	112	114	118	101
Расчетная длина секции ТО $l$	м	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8
Диаметры трубок $d_2/d_1$	мм	16/14									

Требования к структуре, содержанию, объему, оформлению курсовых работ (курсовых проектов), процедуре защиты, а также критерии оценки определены в:

- стандарте СТУ 04.02.030-2017 «Курсовые работы (проекты).

Выпускные квалификационные работы. Общие требования к структуре и оформлению»;

- положении П 02.016-2018 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;

- методических указаниях по выполнению курсовой работы (курсового проекта).

Полностью оценочные средства, представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## Типовые задания для промежуточной аттестации

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в виде компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

### Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

Что называется теплопроводностью?

- А) процесс распространения теплоты посредством электромагнитных волн, испускаемым телом.
- Б) процесс распространения тепла при непосредственном соприкосновении частиц с различной температурой.
- В) процесс переноса теплоты между поверхностью твердого тела и жидкостью или газом.
- Г) процесс переноса теплоты от нагретого теплоносителя к холодному через разделяющую их стенку.

Д) процесс переноса теплоты путем перемещения и перемешивания частиц с различной температурой.

Задание в открытой форме:

Теплообмен излучением – это процесс распространения теплоты посредством \_\_\_\_\_, испускаемых телом.

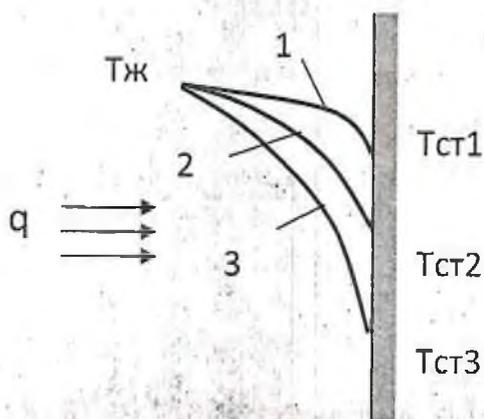
Задание на установление правильной последовательности

Выберите правильную последовательность длин волн лучей в спектре излучения в от меньшего к большему: а) ультрафиолетовые; б) световые; в) инфракрасные; г) рентгеновские; д) микроволны; е) гамма-лучи.

- А) е - д - г - в - б - а
- Б) а - б - в - г - д - е
- В) б - г - а - в - д - е
- Г) б - а - в - г - д - е
- Д) д - е - а - в - б - г

Задание на установление соответствия:

Укажите какой график (1,2,3) изменения температуры в пристенном слое соответствует а) наименьшему, б) максимальному и в) среднему между ними коэффициенту теплоотдачи, если тепловые потоки  $q$  во всех случаях равны:



Компетентностно-ориентированная задача:

Определить тепловой поток  $Q$ , излучаемый стальной трубой с окисленной поверхностью ( $\epsilon = 1$  см. рис.), имеющей наружный диаметр  $d_n = 70$  мм и длину  $\ell = 10$  м. Температура поверхности трубы  $t_1 = 230$  °С. Труба расположена в помещении на большом удалении от стен, температура которых  $t_2 = 20$  °С.  $C_0 = 5,67$  Вт/(м<sup>2</sup>\*К<sup>4</sup>) - коэффициент излучения абсолютно черного тела. К ответу на задачу обязательно приложить обоснование решения.

- а)  $Q = 565$  Вт.
- б)  $Q = 279$  Вт.
- в)  $Q = 3812$  Вт.
- г)  $Q = 6706$  Вт.

д)  $Q = 5647 \text{ Вт}$ .

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

#### 7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

– положение П 02.016 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;

– методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Контроль начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
4 семестр				
Собеседования №1-4	0	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	8	Выполнил, доля правильных ответов более 90%
Защита лабораторной работы №1.	0	Выполнил, но не защитил лабораторную работу.	4	Выполнил и защитил лабораторную работу.
Курсовой проект (КП)	0	КП выполнен в неполном объеме, допущено несколько существенных ошибок в расчетах.	20	КП выполнен в полном объеме и без существенных ошибок в расчетах.
Реферат	0	Тема реферата раскрыта не полностью, соответствует требованиям к оформлению частично.	4	Тема реферата раскрыта полностью, требования к оформлению соблюдены полностью.
Итого	0		36	
Посещаемость	0		14	
Экзамен	0		60	
Итого	0		100	
5 семестр				
Собеседование №5.	0	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	8	Выполнил, доля правильных ответов более 90%

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Расчетно-графическая работа (РГР).	0	РГР выполнена в полном объеме, доля правильных ответов менее 50%.	20	РГР выполнена в полном объеме, доля правильных ответов более 90%.
Реферат	3	Тема реферата раскрыта не полностью, соответствует требованиям к оформлению частично.	8	Тема реферата раскрыта полностью, требования к оформлению соблюдены полностью.
Итого	24		36	
Посещаемость	0		14	
Экзамен	0		60	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ 16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 3 балла,
- задание в открытой форме – 3 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 3 балла,
- задание на установление соответствия – 3 балла,
- решение задачи – 15 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 60 баллов.

## 8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### 8.1 Основная учебная литература

1. Мирам, Андрей Олегович. Техническая термодинамика. Тепломассообмен : учебник для студентов, обучающихся по направлению 270100 "Строительство" / А. О. Мирам, В. А. Павленко. - Москва : АСВ, 2017. - 352 с. - Текст : непосредственный

2. Дерюгин, Виктор Владимирович. Тепломассообмен : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата "Строительство" и "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. В. Дерюгин, В. Ф. Васильев, В. М. Уляшева. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 240 с. - Текст : непосредственный.

3. Дерюгин, Виктор Владимирович. Тепломассообмен : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Строительство" и "Теплоэнергетика и теплотехника" (уровень бакалавриат) / В. В. Дерюгин, В. В. Васильев, В. М. Уляшева. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 240 с. - Текст : непосредственный.

4. Шаров, Ю. И. Тепломассообмен : учебное пособие / Ю. И. Шаров, О. К. Григорьева. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический

университет, 2018. - 164 с. : ил., табл., схем., граф. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576520> (дата обращения 02.09.2021) . - Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

5. Примеры и задачи по тепломассообмену : [учебное пособие] / В. С. Логинов [и др.]. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 256 с. - Текст : непосредственный.

6. Оболенский, Н. В. Практикум по теплотехнике : учебное пособие / Н. В. Оболенский ; В. Л. Осокин. - Княгинино : НГИЭИ, 2010. - 236 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430983> (дата обращения 02.09.2021) . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-91592-008-7. - Текст : электронный.

## 8.2 Дополнительная учебная литература

7. Стоянов, Н. И. Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен : учебное пособие / Н. И. Стоянов, С. С. Смирнов, А. В. Смирнова ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014. - 225 с. : ил. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750> (дата обращения 02.09.2021) . - Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

8. Теплотехника : учебник / под ред. А. П. Баскакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : БАСТЕТ, 2010. - 328 с. : ил. - ISBN 978-5-903178-19-3 : 414.00 р. - Текст : непосредственный.

9. Теплотехника : учебник / под ред. В. Н. Луканина. - 4-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2003. - 671 с. - ISBN 5-06-003958-7 : 187.00 р. - Текст : непосредственный.

10. Техническая термодинамика и теплотехника : учебное пособие / под ред. А. А. Захаровой. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2008. - 272 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-49 99-1 : 150.00 р. - Текст : непосредственный.

11. Техническая термодинамика и теплотехника : учебное пособие / под ред. А. А. Захаровой. - М.: Академия, 2006. - 272 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 5-7695-2763-3 : 216.00 р. - Текст : непосредственный.

12. Брюханов О. Н. Основы гидравлики и теплотехники : учебник / О. Н. Брюханов, А. Т. Мелик-Аракелян, В. И. Коробко. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2006. - 240 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 5-7695-3273-4 : 145.00 р. - Текст : непосредственный.

## 8.3 Перечень методических указаний

1. Тепломассообмен : методические указания и задания к практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов очной и заочной формы обучения направлений подготовки 08.03.01 «Строительство», 08.04.01 «Строительство»,

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. А. Жмакин, Н. С. Кобелев, Е. М. Кувардина. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 33 с. – Текст : электронный.

2. Теплотехника : методические указания и задания к самостоятельной работе для студентов технических специальностей очной и заочной форм обучения / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: Е. М. Кувардина, В. А. Жмакин. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 18 с. : ил. – Текст : электронный.

3. Теплотехника : методические указания и задания к контрольной работе для студентов технических специальностей заочной и сокращенной форм обучения / ЮЗГУ ; сост.: И. И. Сокол, Л. Е. Кудрявцева. - Курск : ЮЗГУ, 2011. - 39 с. : ил. - Библиогр.: с. 27. – Текст : электронный.

4. Теплообмен : методические указания к лабораторным работам для студентов технических направлений подготовки очной и заочной форм обучения / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. А. Жмакин, Н. С. Кобелев, Е. М. Кувардина. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 59 с. – Текст : электронный.

5. Теплообмен : методические рекомендации для курсового проектирования студентов направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» очной и заочной форм обучения / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: Е. М. Кувардина, В. А. Жмакин. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 48 с. – Текст : электронный.

6. Самостоятельная работа студентов : методические указания по организации самостоятельной работы студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры по направлениям подготовки 08.03.01 Строительство, 08.04.01 Строительство, 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Н. Е. Семичева. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 31 с. - Текст : электронный.

#### **8.4 Другие учебно-методические материалы**

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

1. Известия РАН. Энергетика.
2. Экология и промышленность России.
3. Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика.
4. Жилищное строительство.
5. Промышленное и гражданское строительство.
6. Известия Юго-Западного государственного университета.
7. Известия Юго-Западного государственного университета Серия Техника и технологии.

#### **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.lib.swsu.ru> - Электронная библиотека ЮЗГУ

2. <http://biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
3. <http://window.edu.ru/catalog/> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам
4. <https://elibrary.ru> – Крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 26 млн. научных статей и публикаций.
5. <http://elibrary.rsl.ru> – Электронная библиотека Российской государственной библиотеки.
6. <https://gostexpert.ru> – Единая база ГОСТов РФ (бесплатная, постоянно обновляемая)
7. <http://libgost.ru> – Библиотека ГОСТов и нормативных документов (ГОСТы, СНИПы, правила, стандарты, технические условия, регламенты и др. документы).
8. <https://gostinform.ru/> - Бесплатная база государственных стандартов, строительных норм и правил, отраслевых стандартов и технических условий.

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Тепломассообмен» являются лекции, лабораторные и практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные и практические занятия, которые обеспечивают контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Практическому занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступают на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, контроля выполнения расчетно-графических работ на практических занятиях, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Тепломассообмен»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, отработку студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному освоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Тепломассообмен» с целью освоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Тепломассообмен» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

#### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Libreoffice, операционная система Windows  
Антивирус Касперского (или ESETNOD)

#### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории инфраструктурных энергетических систем, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска.

Термогигрометр ТГЦ-1У.

Промышленный технический фен STENINEL HG-2000E 342616.

Цифровой термометр ЕТІ2001.

Установка для изучения теплоотдачи при течении жидкости в трубе.

Термометр СП-2-100/103.

Термометр технический ТТЖ 200/103.

Термометр технический ТТП 100/103.

Фен ФЭ-2000 (990).

Проекторный экран на штативе; Мультимедиацентр: ноутбук ASUSX50VLPMD-T2330/14"/1024Mb/160Gb /сумка/ проектор inFocusIN24+ (39945,45).

### 13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата*, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее

место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			
1	2, 31	-	-	-	2	16.11.2023	Принято 1301 от 16.11.2023 по запросу ИК Руд