

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Тепломассообмен**

Код модуля
1153820

Модуль
Теплотехника

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Королев Владимир Николаевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	теплоэнергетики и теплотехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Королев Владимир Николаевич, Профессор, теплоэнергетики и теплотехники

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Тепломассообмен

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Коллоквиум	2
		Домашняя работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Тепломассообмен

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2 -Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности З-2 - Перечислить и дать краткую характеристику освоенным за время обучения пакетам прикладных программ,	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа Лабораторные занятия Экзамен

	<p>используемых для моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-3 -Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p> <p>З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий</p>	<p>Коллоквиум № 1</p> <p>Коллоквиум № 2</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p>	
<p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p> <p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении</p>	<p>Коллоквиум № 1</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p>	
<p>ПК-4 -Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в энергетических машинах и установках</p>	<p>З-3 - Описать методы теплового расчета и теплового баланса различных энергоустановок</p> <p>З-4 - Характеризовать основные физические свойства жидкостей и газов</p> <p>З-5 - Сформулировать законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи теплоты</p> <p>З-6 - Понимать физические основы эксперимента и способы их реализации</p> <p>П-3 - Пользоваться основами расчета процессов теплопереноса в элементах теплоэнергетического оборудования</p> <p>П-4 - Использовать основные методы измерений, обработки результатов и оценки погрешностей численных расчетов и экспериментальных измерений</p> <p>У-3 - Решать задачи, связанные с тепловым расчетом теплообменников энергоустановок</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Коллоквиум № 1</p> <p>Коллоквиум № 2</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>У-4 - Рассчитывать температурные поля в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкций энергоустановок</p> <p>У-5 - Измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений</p>	
<p>ПК-13 -Способен осуществлять прочностные, гидродинамические и теплотехнические расчеты с учетом особенностей рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания</p>	<p>З-3 - Описать методы теплового расчета и теплового баланса различных энергоустановок</p> <p>З-4 - Характеризовать основные физические свойства жидкостей и газов</p> <p>З-5 - Сформулировать законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи теплоты</p> <p>З-6 - Понимать физические основы эксперимента и способы их реализации</p> <p>П-3 - Пользоваться основами расчета процессов теплопереноса в элементах теплоэнергетического оборудования</p> <p>П-4 - Использовать основные методы измерений, обработки результатов и оценки погрешностей численных расчетов и экспериментальных измерений</p> <p>У-3 - Решать задачи, связанные с тепловым расчетом теплообменников энергоустановок</p> <p>У-4 - Рассчитывать температурные поля в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкций энергоустановок</p> <p>У-5 - Измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Экзамен</p>

ПК-12 -Способен выполнять расчеты тепловых, гидравлических, аэродинамических процессов в оборудовании и трубопроводных системах	З-2 - Сделать обзор законов термодинамики, гидродинамики и теплообмена и случаев их применения З-3 - Привести примеры состояния вещества и процессов, приводящих к изменению состояния вещества У-3 - Устанавливать последовательность (алгоритмы) расчетов	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа Экзамен
---	---	---

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	2	20
<i>коллоквиум №1</i>	5	40
<i>коллоквиум № 2</i>	13	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа № 1</i>	8	50
<i>домашняя работа № 2</i>	14	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.2		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение и работа на лабораторных занятиях</i>	7	20
<i>Составление отчета по лабораторным работам</i>	6	40
<i>Защита отчетов по лабораторным работам</i>	7	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.

Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Теплопроводность и теплопередача через плоские стенки.
2. Теплопроводность и теплопередача через цилиндрические стенки.
3. Теплопередача через ребристые стенки.
4. Теплопроводность при нестационарном режиме.
5. Теплоотдача при движении жидкости вдоль плоской поверхности.
6. Теплоотдача при движении жидкости в трубе.
7. Теплоотдача при поперечном обтекании одиночной трубы и пучка труб.
8. Теплоотдача при свободном движении жидкости.
9. Теплоотдача при конденсации водяного пара.
10. Теплоотдача при кипении жидкости.
11. Теплообмен излучением . Сложный теплообмен.
12. Тепловой расчет рекуперативных теплообменных аппаратов.
13. Молекулярный и конвективный массообмен.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов.
2. Определение коэффициента температуропроводности твердых тел методом регулярного режима.
3. Исследование теплоотдачи при движении воздуха в пучке труб.
4. Изучение теплоотдачи при свободной конвекции жидкости в большом объеме.
5. Изучение процесса кипения жидкости в большом объеме.
6. Определение коэффициента теплоотдачи излучением между двумя телами.
7. Испытание различных конструкций теплообменников.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Стационарная теплопроводность.

Примерные задания

Задача. Для постройки временного жилища у арктической экспедиции имеются в распоряжении: фанера сосновая толщиной $\delta = 5$ мм, земля влажная и снег. В какой последовательности расположить эти материалы при строительстве и какие толщины принять для слоя земли и снега, если тепловыделение внутри дома 58 Вт/м^2 , температура стенки внутри $t_{\text{вн}} = 10^\circ\text{C}$. Температура стенки снаружи $t_{\text{сн}} = -20^\circ\text{C}$. Поскольку получение земли в арктических условиях затруднено, то ее слой должен быть минимальным.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Коллоквиум № 1

Примерный перечень тем

1. Нестационарная теплопроводность.

Примерные задания

1. Охлаждение (нагревание) бесконечной пластины: постановка задачи, метод решения, анализ полученного решения.

2. Уравнение теплоотдачи.

3. Основной закон теплопроводности.

Задача. Металлическая болванка цилиндрической формы диаметром 200 мм и длиной 460 мм в начальный момент времени была равномерно нагрета до температуры 800°C . Болванка охлаждается в среде, температура которой 30°C . Определить температуру в центре болванки (см. рисунок на обороте) через 30 минут после начала охлаждения. Коэффициент теплоотдачи $110 \text{ Вт/(м}^2\text{K)}$. Для металла: коэффициент теплопроводности 25 Вт/(м K) , теплоемкость 460 Дж/(кг K) , плотность 7800 кг/м^3 .

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Коллоквиум № 2

Примерный перечень тем

1. Молекулярный и конвективный массообмен.

Примерные задания

1. Вычисление плотности потока массы.

2. Запись закона Фика через парциальное давление.

3. Физический смысл коэффициента диффузии.

Задача. Рассчитать скорость испарения воды с поверхности озера, имеющего размеры 1000×1000 м. Скорость ветра над озером 10 м/с . Температура воздуха и воды 20°C . Относительная влажность воздуха 10% . Как изменится поток массы (скорость испарения), если влажность воздуха будет 80% ? Парциальное давление водяного пара при 20°C – $0,0234$ бар, коэффициент диффузии $2,6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Интенсификация процесса теплопередачи.

Примерные задания

Стальной трубопровод ($\lambda=45\text{Вт}/(\text{мК})$) диаметром $d / d_2 = 200/216$ мм, проложен на открытом воздухе, температура которого t_a , а коэффициент теплоотдачи от поверхности трубы к воздуху α_a . Внутри трубопровода движется вода, ее средняя температура t_w , а коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней поверхности трубы α_w . Длина трубы $L=20\text{м}$. Определить потерю теплоты с поверхности трубопровода в единицу времени и температуру стенок внутренней и наружной поверхности трубопровода.

Как изменятся эти величины, если на поверхность трубопровода нанести слой тепловой изоляции ($\lambda=0,47\text{Вт}/(\text{мК})$), толщиной 50мм. Изобразить графически изменение температуры по толщине стенки трубы и слоя изоляции.

Во сколько раз увеличится (при отсутствии изоляции) тепловой поток через стенку трубы, если ее наружную поверхность снабдить стальными продольными ребрами прямоугольного сечения. Геометрические размеры ребра: высота h , толщина δ . Количество ребер 20. Определить также температуру на конце ребра.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата.

Примерные задания

На трубках горизонтально расположенного конденсатора конденсируется сухой насыщенный пар давлением P . Внутренний диаметр трубок $d_1 = 12$ мм, а наружный $d_2 = 14$ мм. Трубки выполнены из латуни ($\lambda = 85,5 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$). Внутри трубок протекает вода со скоростью w . Температура воды на входе в конденсатор t_2' , на выходе t_2'' . Расположение трубок в конденсаторе шахматное. Число рядов труб в горизонтальном направлении $n_1 = 80$, а в вертикальном - $n_2 = 100$. Переохлаждение конденсата отсутствует. Рассчитать поверхность теплообмена.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Способы переноса теплоты в пространстве.
2. Процессы теплоотдачи и теплопередачи. Физический смысл коэффициента теплоотдачи.
3. Молекулярный и конвективный массообмен.
4. Изотропная и анизотропная среда.
5. Температурное поле.
6. Температурный градиент.
7. Основной закон теплопроводности.
8. Физический смысл коэффициента теплопроводности.
9. Дифференциальное уравнение теплопроводности для твердого тела. Физический смысл коэффициента температуропроводности.
10. Условия однозначности для процесса теплопроводности.

11. Теплопроводность при стационарном режиме в отсутствие внутренних источников теплоты.
12. Способы интенсификации теплопередачи.
13. Теплопередача через ребристую стенку (приближенный расчет).
14. Теплопроводность в ребре постоянного поперечного сечения.
15. Теплопередача через ребристую стенку (уточненный расчет).
16. Коэффициент эффективности работы ребра.
17. Теплопроводность при нестационарном режиме.
18. Основные положения конвективного теплообмена: уравнение теплоотдачи; виды движения жидкости; режимы движения жидкости; понятие пограничного слоя; физические свойства жидкости существенные для процесса теплоотдачи (динамическая и кинематическая вязкость, коэффициент сжатия, коэффициент объемного расширения).
19. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена (уравнение теплоотдачи, уравнение энергии, уравнение движения, уравнение неразрывности потока).
20. Элементы теории подобия. Приведение дифференциальных уравнений конвективного теплообмена к безразмерному виду. Безразмерные числа Нуссельта, Рейнольдса, Пекле, Прандтля, Грасгофа, Эйлера их физический смысл. Определяющий геометрический размер и определяющая температура Теоремы подобия. Моделирование процессов конвективного теплообмена. Проведение эксперимента, обработка и обобщение опытных данных.
21. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости.
22. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости вдоль плоской поверхности. Теплоотдача при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости вдоль плоской поверхности. Анализ формул.
23. Теплоотдача при движении жидкости внутри труб и каналов: определяющий геометрический размер; понятие участка гидродинамической и тепловой стабилизации; аналитический метод расчета теплоотдачи при стабилизированном течении жидкости в трубе.
24. Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании одиночной трубы и пучка труб.
25. Свободная конвекция в неограниченном пространстве.
26. Теплоотдача при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.
27. Теплообмен при фазовых превращениях.
28. Теплоотдача при кипении жидкости в большом объеме; условия, необходимые для возникновения процесса кипения; влияние перегрева жидкости на величину коэффициента теплоотдачи; кризисы кипения.
29. Теплообмен излучением. Основные положения лучистого теплообмена: виды тепловых потоков (интегральный поток, излучательная способность, спектральная плотность излучения, угловая плотность потока излучения, яркость излучения); разновидности полусферического излучения; связь эффективного и результирующего излучения; законы теплового излучения (закон Планка, закон смещения Вина, закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа, закон косинусов Ламберта).
30. Теплообмен излучением между телом и его оболочкой.
31. Сложный теплообмен.
32. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия. Схемы движения теплоносителей. Тепловой расчет рекуперативного

теплообменного аппарата: виды тепловых расчетов; основные положения теплового расчета (уравнение теплового баланса, уравнение теплопередачи, среднеинтегральный температурный напор). Сравнение прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей.

33. Молекулярный массообмен: массовая и мольная концентрация; градиент концентрации; закон Фика; физический смысл коэффициента диффузии; запись закона Фика через парциальное давление; вычисление плотности потока массы. Конвективный массообмен в инертной двухкомпонентной среде. Диффузионный пограничный слой. Уравнение массоотдачи. Дифференциальное уравнение массообмена. Аналогия между процессами тепло-и массообмена. Безразмерные числа Шервуда и Шмидта.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Формирование социально-значимых ценностей	профориентационная деятельность	Технология самостоятельной работы	ОПК-1	3-2	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен