

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Тепломассообмен**

Код модуля
1157620

Модуль
Теоретические основы теплотехники

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Зеленкова Юлия Оттовна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	теплоэнергетики и теплотехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

.. Плеханова Е.А.

Авторы:

- Зеленкова Юлия Оттовна, Доцент, теплоэнергетики и теплотехники

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Тепломассообмен

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	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
ПК-24 -Способность проводить работы по проектированию систем теплогазоснабжения, вентиляции и котельных установок	З-5 - Сформулировать основные положения статики и динамики жидкости и газа, составляющих основу расчета инженерных сетей и сооружений. З-6 - Воспроизвести законы и методы тепло- и массообмена, расчеты тепловых процессов, их рациональную организацию. З-7 - Объяснять методы теоретического и экспериментального исследования изучаемых процессов и явлений. П-5 - Разрабатывать рекомендации по постановке и решению задач тепломассообмена.	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия

	П-6 - Оформлять отчеты по лабораторному практикуму по курсу: «Тепломассообмен». У-10 - Определять оптимальные модели для описания и прогнозирования различных теплофизических явлений. У-11 - Правильно интерпретировать качественный и количественный анализ изучаемых процессов. У-8 - Систематизировать информацию для ведения технических расчетов. У-9 - Оценивать результаты расчетов.	
--	--	--

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 – 0.40		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Ведение конспекта</i>	4,8	20
<i>Контрольная работа</i>	4,7	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.60		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	4,14	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.00		

3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		
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 –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

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		

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.40		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Ведение конспекта</i>	5,16	20
<i>Контрольная работа</i>	5,15	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.40		

Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Домашняя работа</i>	5,15	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.00		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.20		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Оформление отчетов</i>	5,8	50
<i>Защита лабораторных работ</i>	5,8	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1.00		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

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).

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).

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 но (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 при стационарном режиме через плоскую и цилиндрическую стенки.
 2. Критический диаметр изоляции. Теплопроводность вдоль прямого стержня постоянного поперечного сечения и теплопередача через ребристую стенку. Теплопроводность с внутренними источниками тепла.
 3. Охлаждение (нагревание) тел простой геометрической формы, составных тел и тел произвольной формы с малым числом Био.
 4. Теплоотдача при вынужденном продольном обтекании тонкой пластины и при движении жидкости внутри труб и каналов.
 5. Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании одиночной трубы и пучков труб. Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме и в жидкостных прослойках.
 6. Теплообмен при конденсации паров, при кипении жидкости в большом объеме и при движении кипящей жидкости в трубах.
 7. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой. Особенности теплообмена излучением газов и паров.
 8. Основы теплового расчета теплообменников. Определение среднего температурного напора. Тепловой расчет рекуперативных теплообменников.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Определение коэффициентов теплопроводности теплоизоляционных материалов методом плиты.
2. Определение коэффициента температуропроводности методом теплового регулярного режима.

3. Исследование теплопередачи в теплообменнике из горизонтальных труб со спиральными ребрами.
 4. Исследование теплоотдачи при движении воздуха в пучке труб.
 5. Исследование сложного теплообмена горизонтальных труб с окружающим воздухом в условиях свободной конвекции.
 6. Изучение теплоотдачи при кипении жидкости в большом объеме.
 7. Определение коэффициента теплоотдачи излучением между двумя телами.
 8. Определение степени черноты поверхности излучающего тела.
- 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 № 1

Примерный перечень тем

1. Теплопроводность при стационарном и нестационарном режимах.

Примерные задания

- Основные понятия и определения тепломассообмена;
- Дифференциальное уравнение теплопроводности;
- Теплопроводность и теплопередача через плоскую стенку;
- Теплопроводность и теплопередача через цилиндрическую стенку.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Конвективный теплообмен.

Примерные задания

- Температурное поле, температурный градиент;
- Виды тепловых потоков;
- Закон Био-Фурье.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенку.
2. Теплопроводность вдоль прямого стержня постоянного поперечного сечения.
3. Охлаждение (нагревание) бесконечной пластины и цилиндра.

Примерные задания

Домашнее задание 1. «Теплопроводность через плоскую и цилиндрическую стенку».

Теплота дымовых газов передается через стенку котла кипящей воде. Температура газов $t_{ж1}$, температура воды $t_{ж2}$, коэффициент теплоотдачи от газов к стенке α_1 , от стенки к воде α_2 .

Считая стенку плоской определить:

1. Термические сопротивления R , коэффициенты теплопередачи k и количество теплоты, передаваемое от газов к воде через 1 м² стенки котла (плотность теплового потока) в следующих случаях:

а) стенка стальная, чистая, толщиной δ_2 , мм; коэффициент теплопроводности стали $\lambda_{ст} = 50$;

б) стенка стальная, со стороны воды покрыта слоем накипи толщиной δ_3 , мм; коэффициент теплопроводности накипи $\lambda_{н} = 2$;

в) случай «б», но поверх накипи имеется слой масла толщиной $\delta_4 = 1$ мм, коэффициент теплопроводности масла $\lambda_{масл} = 0,1$;

г) случай «в», но со стороны газов стенка покрыта слоем сажи толщиной δ_1 , мм; коэффициент теплопроводности сажи $\lambda_{с} = 0,2$.

Приняв плотность теплового потока для случая «а» за 100 %, подсчитать в процентах плотность теплового потока для всех остальных случаев. Для случая «г» определить температуры наружных поверхностей стенки, а также температуры между всеми слоями. Построить для случая «г» линию падения температуры в стенке в масштабе.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости внутри труб и каналов.
2. Теплоотдача при кипении жидкости в большом объеме.
3. Теплообмен излучением с учетом конвекции.
4. Тепловой расчет теплообменного аппарата.

Примерные задания

Домашнее задание 2. «Тепловой расчет теплообменного аппарата».

Определить поверхность нагрева и длину отдельных секций змеевикового экономайзера парового котла, предназначенного для подогрева питательной воды в количестве от температуры до . Вода движется снизу вверх по стальным трубам диаметром со средней скоростью . Дымовые газы (13% CO₂ и 13% H₂O) движутся сверху вниз в межтрубном пространстве со средней скоростью в узком сечении трубного пучка . Расход газов . Температура газов на входе в экономайзер . Трубы расположены в шахматном порядке с поперечным шагом и продольным .

Определить также габаритные размеры экономайзера.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Основные понятия и определения тепломассообмена: теплопроводность, конвекция, излучение, теплоотдача, теплопередача.
 2. Теплопроводность. Основные понятия и определения: температурное поле, температурный градиент, виды тепловых потоков, закон Био-Фурье, коэффициент теплопроводности.-
 3. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности.
 4. Теплопроводность и теплопередача через плоскую стенку. Коэффициент и уравнение теплопередачи.
 5. Теплопроводность и теплопередача через цилиндрическую стенку. Линейный коэффициент и уравнение теплопередачи.
 6. Критический диаметр изоляции. Условие выбора тепловой изоляции.
 7. Теплопроводность вдоль прямого стержня и теплопередача через ребристую поверхность
 8. Теплопроводность с внутренними источниками тепла.
 9. Общий анализ процессов теплопроводности при нестационарном режиме. Числа Био и Фурье.
 10. Охлаждение (нагревание) бесконечной пластины и бесконечного цилиндра.
 11. Теорема о перемножении решений. Охлаждение (нагревание) тел произвольной формы с малым числом Био.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Конвекция, основное уравнение конвекции; конвективный теплообмен, основное уравнение конвективного теплообмена, Теплоотдача, уравнение Ньютона-Рихмана.
2. Режимы движения жидкости. Гипотеза прилипания. Понятие гидродинамического и теплового пограничного слоя.
3. Аналитическое описание конвективного теплообмена. Дифференциальное уравнение теплоотдачи. Условия однозначности.
4. Основы теории подобия. Определение подобных процессов. Методы получения обобщенных переменных.
5. Метод масштабных преобразований. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена в безразмерном виде.
6. Основные числа подобия. Теорема подобия. Основы моделирования процессов. Образец и модель. Обобщение экспериментальных данных. Определяющие размер и температура.
7. Теплоотдача при вынужденном продольном обтекании тонкой пластины потоком жидкости.
8. Гидродинамика и теплообмен при вынужденном движении жидкости внутри труб и каналов.
9. Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании одиночной трубы и пучков труб.
10. Теплоотдача при свободной конвекции в большом объеме.
11. Теплообмен при свободной конвекции в ограниченном пространстве.

12. Теплообмен при пленочной конденсации пара.
 13. Теплообмен при кипении жидкости в большом объеме и при движении жидкости в тру-бах. Структура парожидкостного потока и его количественные характеристики.
 14. Определение массообмена. Молекулярный (диффузия) и молярный (конвекция) способы переноса массы. Разновидности диффузии. Конвекция массы и конвективный массооб-мен. Конвективный тепломассообмен.
 15. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена. Аналитическое описание конвективного тепломассообмена.
 16. Массоотдача. Уравнение Стéфана. Дифференциальное уравнение для массоотдачи.
 17. Определение излучения. Поверхностное излучение. Количественные характеристики по-верхностного излучения и его разновидности. Коэффициенты поглощения, отражения и проницаемости. Метод сальдо для решения задач по теплообмену излучением.
 18. Основные законы теплового излучения. Степень черноты серого тела.
 19. . Теплообмен излучением между двумя телами, разделенными прозрачной средой. Приве-денная степень черноты. Угловые коэффициенты излучения и их геометрические свойства. Метод поточной алгебры.
 20. Объемное излучение. Закон Бугера. Особенности излучения газов и паров. Степень черноты газовой смеси.
 21. Теплообменные аппараты и их классификация по принципу действия. Виды тепловых расчетов. Уравнения теплового баланса и теплопередачи для рекуперативных теплообменников.
 22. Среднеинтегральный температурный напор. Схемы движения теплоносителей. Среднелогарифмический температурный напор (для прямотока и противотока).
 23. Сравнение прямотока и противотока.
- 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
Профессиональное воспитание	проектная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология проектного образования Технология самостоятельной работы	ПК-24	З-5 З-6 З-7 У-8 У-9 У-10 У-11 П-5 П-6	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен