

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 18.08.2023 11:17:50  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
Новотроицкий филиал

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Тепломассообмен

Закреплена за подразделением Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 252

в том числе:

аудиторные занятия 28

самостоятельная работа 215

часов на контроль 9

Формы контроля на курсах:

экзамен 3

курсовая работа 3

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Лекции	12	12	12	12
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	12	12	12	12
В том числе инт.	6	6	6	6
Итого ауд.	28	28	28	28
Контактная работа	28	28	28	28
Сам. работа	215	215	215	215
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	252	252	252	252

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Сазонов А.В.*

Рабочая программа

**Тепломассообмен**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ от 05.03.2020 г. № № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, 13.03.01\_19\_Теплоэнергетика и теплотехника\_ПрПТЭ\_заоч\_2020.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 18.06.2020 г., №11

Руководитель подразделения к.т.н., доцент, Шаповалов А.Н.

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель - формирование базовых представлений о характеристиках процессов теплообмена, протекающих в конкретных технических системах; путях интенсификации процессов теплообмена применительно к основным теплообменным аппаратам.
1.2	Задачи:
1.3	- изучение основных законов при передаче тепла теплопроводностью, конвекцией, тепловым излучением;
1.4	- изучение закономерностей при изменении агрегатного состояния вещества;
1.5	- изучение основ теории подобия;
1.6	- изучение сложного теплообмена применительно к системам и аппаратам.

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Гидрогазодинамика	
2.1.2	Математика	
2.1.3	Начертательная геометрия и инженерная графика	
2.1.4	Теория вероятностей и математическая статистика	
2.1.5	Техническая термодинамика	
2.1.6	Электротехника	
2.1.7	Информатика	
2.1.8	Физика	
2.1.9	Химия	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Решение прикладных задач с использованием MATLAB	
2.2.2	Тепломассообменное оборудование предприятий	
2.2.3	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии	
2.2.4	Научно-исследовательская работа	
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Тепловые электрические станции	

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

<b>УК-1: фундаментальные знания</b>
<b>Знать:</b>
УК-1-31 основные законы теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена
<b>ПК-2: научно-исследовательская (в области теплоэнергетики и теплотехники)</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 основные характеристики и параметры процессов тепломассообмена
<b>ОПК-3: теоретическая профессиональная подготовка (способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах)</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-3-31 законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам
<b>УК-1: фундаментальные знания</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат
<b>ПК-2: научно-исследовательская (в области теплоэнергетики и теплотехники)</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 анализировать теплообменные характеристики систем теплотехнического оборудования

<b>ОПК-3: теоретическая профессиональная подготовка (способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах)</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-3-У1 рассчитывать количество теплоты, передаваемой теплопроводностью, конвекцией и излучением в узлах теплотехнического оборудования
<b>УК-1: фундаментальные знания</b>
<b>Владеть:</b>
УК-1-В1 терминологией в области тепломассообмена, основными источниками информации и справочными данными по тепломассообмену
<b>ПК-2: научно-исследовательская (в области теплоэнергетики и теплотехники)</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 методами моделирования тепломассообменных процессов
<b>ОПК-3: теоретическая профессиональная подготовка (способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах)</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-3-В1 основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Классификация процессов теплообмена</b>							
1.1	Предмет курса, общие понятия. Способы теплообмена: теплопроводность, конвекция, излучение. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
1.2	Механизмы переноса теплоты в различных средах. Понятие о сплошной среде. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 2. Теплопроводность</b>							
2.1	Основные положения теории теплопроводности. Температурное поле, температурный градиент. Тепловой поток и его плотность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. /Лек/	3	1		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
2.2	Определение основных характеристик теплообмена теплопроводностью /Пр/	3	1		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3	по форме "Технология проблемного обучения"		
2.3	Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Условия однозначности, граничные условия первого, второго, третьего, четвертого родов. Закон Ньютона-Рихмана для теплоотдачи. /Лек/	3	1		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			

2.4	Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность через однослойную и многослойную плоскую стенку. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
2.5	Теплопроводность через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
2.6	Определение характеристик теплообмена на плоской и цилиндрической поверхности /Пр/	3	1		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
2.7	Самостоятельное изучение материала на тему: Способы интенсификации теплопередачи. Теплопередача через ребристую стенку. /Ср/	3	15		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
2.8	Самостоятельное изучение материала на тему: Теплопроводность при нестационарном режиме. Типы нестационарных процессов. Нестационарный перенос тепла теплопроводностью. Особенности многомерных задач теплопроводности. Теорема перемножения решений. /Ср/	3	20		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 3. Конвективный теплообмен</b>							
3.1	Основные положения теории конвективного теплообмена. Виды конвекции: вынужденная и свободная. Режимы движения жидкости. Пограничный слой. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. /Лек/	3	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			
3.2	Применение методов подобия и размерностей к изучению процессов конвективного теплообмена: обобщенные уравнения подобия, числа подобия, условия подобия физических процессов. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			
3.3	Определение чисел теплового и гидромеханического подобия процессов /Пр/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			

3.4	Конвективный теплообмен при вынужденном продольном обтекании плоской поверхности: структура пограничного слоя, влияние различных факторов на теплоотдачу пластины, теплоотдача при ламинарном и турбулентном режиме течения. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
3.5	Определение коэффициента теплоотдачи и теплового потока при продольном обтекании пластины /Пр/	3	1		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
3.6	Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в каналах: режимы течения и теплоотдачи, теплоотдача в гладких трубах круглого и некруглого сечений, в изогнутых трубах. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			
3.7	Определение коэффициента теплоотдачи и теплового потока при движении потока внутри каналов /Пр/	3	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			
3.8	Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании трубы и пучка труб: поперечное обтекание одиночной трубы, основные пучки труб, сравнение их теплоотдачи. /Лек/	3	0,5		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			
3.9	Определение коэффициента теплоотдачи при поперечном обтекании труб и пучков /Пр/	3	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			
3.10	Теплоотдача при свободной конвекции /Лек/	3	1		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
3.11	Определение коэффициента теплоотдачи и теплового потока при свободной конвекции /Пр/	3	1,5		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
3.12	Определение теплоемкости воздуха методом нагрева потока при постоянном давлении. /Лаб/	3	2		Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	по форме "Групповая работа"		
3.13	Подготовка к лабораторному занятию /Ср/	3	4		Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3			
3.14	Выполнение курсовой работы /Ср/	3	70		Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 2 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 4. Теплообмен при фазовых превращениях</b>							
4.1	Конденсация, основные физические представления. Виды конденсации. Теплообмен при пленочной и капельной конденсации. /Лек/	3	1		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			

4.2	Определение коэффициента теплоотдачи при конденсации /Пр/	3	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3	по форме "Технология проблемного обучения"		
4.3	Кипение, режимы кипения жидкости. Теплообмен при пузырьковом и пленочном кипении. Кривая кипения, кризисы кипения 1 и 2 рода. /Лек/	3	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			
4.4	Определение коэффициента теплоотдачи и теплового потока при кипении жидкости /Пр/	3	1		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3			
4.5	Определение теплоемкости жидкости методом нагрева потока жидкости. /Лаб/	3	2		Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	по форме "Групповая работа"		
4.6	Подготовка к лабораторному занятию /Ср/	3	4		Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3			
	<b>Раздел 5. Теплообмен излучением</b>							
5.1	Виды и характеристика лучистых потоков. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность. Основные законы теплового излучения: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта. /Лек/	3	1		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
5.2	Определение характеристик теплообмена излучением между телами, /Пр/	3	2		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
5.3	Самостоятельное изучение материала на тему: Теплообмен между твердыми телами, разделенными прозрачной средой. Теплообмен при наличии экранов. /Ср/	3	15		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
5.4	Самостоятельное изучение материала на тему: Теплообмен между телами, произвольно расположенными в пространстве. Геометрические свойства излучающих систем. Методы определения угловых коэффициентов. /Ср/	3	15		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
5.5	Самостоятельное изучение материала на тему: Теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Оптическая толщина среды. Особенности излучения газов и паров. /Ср/	3	15		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			

5.6	Самостоятельное изучение материала на тему: Теплообмен между газом и твердой поверхностью. Сложный теплообмен. /Ср/	3	15		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
<b>Раздел 6. Массообмен</b>								
6.1	Аналогия процессов массо- и теплообмена. Поток массы компонента, вектор плотности потока массы. Закон Фика. Закономерности процессов молекулярного массо- и теплообмена. /Лек/	3	1		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
6.2	Определение основных характеристик массообмена /Пр/	3	1		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
6.3	Самостоятельное изучение материала на тему: Дифференциальное уравнение и закономерности конвективного массопереноса. Массоотдача. Числа подобия для конвективного переноса массы. /Ср/	3	15		Л1.1 Л1.2 Э1 Э2 Э3			
6.4	Подготовка к экзамену /Ср/	3	27		Л1.1 Л1.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3			
6.5	Экзамен по дисциплине /Экзамен/	3	9					

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**



### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Текущий контроль результатов освоения УД в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

1. Выполнение и защита лабораторных работ в виде устного опроса по контрольным вопросам;

Промежуточная аттестация по УД осуществляется при использовании следующих обязательных форм контроля:

1. Экзамен, который может проводиться в письменной форме по билетам, включающим теоретические вопросы и задачи, охватывающие все разделы УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.

2. Защита курсовой работы, которая может проводиться в форме устного опроса по контрольным вопросам или в форме компьютерного тестирования.

Перечень вопросов и заданий по видам текущего контроля и промежуточной аттестации представлен ниже.

Вопросы к экзамену (ПК-2-31, ОПК-3-31, УК-1-31):

1 Основные способы теплообмена. Механизмы переноса теплоты в различных средах.

2 Понятие температурного поля, температурного градиента, теплового потока и плотности теплового потока.

3 Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности, его зависимость от различных факторов.

4 Условия однозначности для процессов теплопроводности, граничные условия первого, второго, третьего, четвертого родов.

5 Закон Ньютона-Рихмана.

6 Решение дифференциального уравнения теплопроводности для плоской стенки. Многослойная плоская стенка.

7 Решение дифференциального уравнения теплопроводности для цилиндрической стенки. Многослойная цилиндрическая стенка.

8 Теплопередача через ребристую стенку.

9 Решение дифференциального уравнения теплопроводности для пластины.

10 Расчет нагрева (охлаждения) тел.

11 Решение дифференциального уравнения теплопроводности для сплошного цилиндра.

12 Теорема о перемножении решений.

13 Основные положения теории конвективного теплообмена. Виды конвекции.

14 Режимы движения жидкости. Динамический и тепловой пограничный слой.

15 Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена.

16 Применение методов подобия и размерностей к изучению процессов конвективного теплообмена.

17 Конвективный теплообмен при вынужденном продольном обтекании плоской поверхности. Структура пограничного слоя.

18 Теплоотдача при ламинарном и турбулентном режимах течения.

19 Конвективный теплообмен при вынужденном течении жидкости в каналах. Режимы течения и теплоотдачи.

20 Теплоотдача в гладких трубах круглого сечения.

21 Теплоотдача в трубах некруглого сечения, в изогнутых трубах.

22 Вынужденное поперечное обтекание одиночной трубы. Изменение теплоотдачи по окружности трубы.

23 Основные типы пучков. Сравнение теплоотдачи шахматных и коридорных пучков труб.

24 Свободная конвекция. Теплоотдача при свободной конвекции в неограниченном пространстве.

25 Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.

26 Конденсация, основные физические представления. Виды конденсации.

27 Теплообмен при пленочной конденсации.

28 Теплообмен при капельной конденсации.

29 Кипения жидкости. Режимы кипения жидкости. Кривая кипения. Кризисы кипения.

30 Теплоотдача при пузырьковом кипении в большом объеме.

31 Теплоотдача при пузырьковом кипении в трубах.

32 Теплообмен при пленочном кипении жидкости.

33 Виды и характеристика лучистых потоков. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность.

34 Основные законы теплового излучения.

35 Теплообмен излучением между параллельными поверхностями.

36 Теплообмен излучением между телом и оболочкой.

37 Теплообмен излучением между телами, произвольно расположенными в пространстве.

38 Теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Оптическая толщина среды.

39 Лучистый теплообмен между газом и твердой поверхностью.

40 Сложный теплообмен.

41 Аналогия процессов массо- и теплообмена.

42 Молекулярная диффузия. Закон Фика.

43 Математическое описание и закономерности процессов молекулярного массо- и теплообмена.

44 Дифференциальное уравнение и закономерности конвективного массопереноса.

45 Числа подобия для конвективного переноса массы.

Перечень практических заданий к экзамену (общие формулировки) (ПК-2-31, ПК-2-У1, ОПК-3-31, ОПК-3-У1, ОПК-3-В1, УК-1-31, УК-1-В1):

1 Вычислить расход тепла через кирпичную стену с заданными размерами, если известны также температуры ее поверхностей.

2 Определить средний коэффициент теплоотдачи и количество теплоты, отдаваемой пластиной с заданными размерами

воздуху при продольном ее обтекании, если известны скорость и температура набегающего потока, и температура поверхности пластины.

3 Определить передачу теплоты при свободной конвекции от вертикального полого трубопровода заданного диаметра и высоты к воздуху, если известны температура стенки трубы и температура воздуха.

4 Определить средний коэффициент теплоотдачи пучка при поперечном его обтекании горячим воздухом с заданной скоростью в узком сечении, если известны число рядов труб в пучке, средняя температурой воздуха, наружный диаметр труб в пучке, углом атаки.

5 Определить коэффициент теплоотдачи и количество переданной теплоты при течении воды в горизонтальной трубе заданного диаметра и длины, если известны скорость движения воды, температура воды и температура стенки трубы.

6 Найти потери теплоты от чугунного паропровода заданного диаметра, по которому течет пар с известной температурой. Также заданы коэффициент теплоотдачи от пара к стенке, температура наружного воздуха, коэффициент теплоотдачи к воздуху.

7 Найти плотность теплового потока через стену и глубину ее промерзания до заданной температуры, считая коэффициент теплопроводности материала стены постоянным. Известны материал кирпича стены, его толщина, температуры с обеих сторон.

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ (ПК-2-31, ПК-2-У1, ПК-2-В1, ОПК-3-31, ОПК-3-У1, ОПК-3-В1, УК-1-31, УК-1-У1, УК-1-В1):

1 Дайте характеристику оборудования, применяемого при выполнении лабораторной работы.

2 Опишите цель и задачи проведения лабораторной работы.

3 Какое практическое применение находит принцип, изучаемый в лабораторной работе?

4 Дайте определение понятия.

5 Каковы причины и последствия изучаемого явления?

6 Каково влияние изучаемого явления или параметра на другие теплотехнические процессы?

Вопросы для подготовки к защите курсовой работы (ПК-2-31, ПК-2-У1, ОПК-3-У1, УК-1-У1, УК-1-В1):

1 Факторы, влияющие на выбор конструкции теплообменников.

2 Назначение и принцип работы кожухотрубного теплообменника.

3 Основные конструктивные элементы кожухотрубного теплообменника.

4 Основные параметры кожухотрубного теплообменника.

5 Почему возникают неисправности кожухотрубных теплообменников?

6 Чем вызваны чрезмерно высокие расходы на содержание и обслуживание аппаратов?

7 Каким образом выбирают кожухотрубный теплообменник для конкретного объекта?

8 Технические требования к кожухотрубным теплообменникам?

9 Техническое обслуживание кожухотрубного теплообменника.

10 Преимущества и недостатки кожухотрубных теплообменников.

11 Назначение и принцип работы пластинчатого теплообменника.

12 Основные конструктивные элементы пластинчатого теплообменника.

13 Основные параметры пластинчатого теплообменника.

14 Технические требования к пластинчатым теплообменникам?

15 Техническое обслуживание пластинчатого теплообменника.

16 Какие преимущества имеет пластинчатый теплообменник перед кожухотрубным?

## **5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

Курсовая работа по вариантам на тему: "Тепловой расчет кожухотрубного и пластинчатого теплообменников" (ПК-2-31, ПК-2-У1, ОПК-3-31, ОПК-3-У1, ОПК-3-В1, УК-1-31, УК-1-В1).

Основные разделы курсовой работы:

- тепловой расчет кожухотрубного теплообменника;

- тепловой расчет пластинчатого теплообменника.

Объем курсовой работы – 20-25 стр.

Оформленная курсовая работа сдается на кафедру Металлургических технологий и оборудования. Правильно выполненная работа допускается к защите. Курсовая работа, выполненная неверно или имеющая замечания, возвращается на доработку.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен (ПК-2-31, ПК-2-У1, ОПК-3-31, ОПК-3-У1, ОПК-3-В1, УК-1-31, УК-1-В1).

Ниже представлен образец билета для экзамена, проводимого в письменной форме.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Новотроицкий филиал

Кафедра металлургических технологий и оборудования

БИЛЕТ К ЭКЗАМЕНУ № 0

Дисциплина: «Тепломассообмен»

Направление: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Форма обучения: заочная

Форма проведения экзамена: письменная

1. Понятие кипения жидкости. Назовите основные виды и режимы кипения. Перечислите условия, необходимые для реализации процесса кипения.

Задача 1. Кирпичная стена имеет высоту 4 м, длину 6 м и толщину 0,4 м. Температура одной ее поверхности равна 25 °С, другой -15 °С. Коэффициент теплопроводности кирпича равен 0,7 Вт/(м.К). Вычислить расход тепла через стену.

Задача 2. Тонкая пластина длиной 2,5 м и шириной 2 м обтекается продольным потоком воздуха. Скорость и температура набегающего потока равны соответственно 3 м/с и 22 оС. Температура поверхности пластины 80 оС. Определить средний коэффициент теплоотдачи и количество теплоты, отдаваемой пластиной воздуху.

Задача 3. Шахматный пучок труб поперечно обтекается горячей водой со скоростью в узком сечении 8 м/с и средней температурой 120 оС. Трубы наружным диаметром 140 мм обтекаются под углом атаки 45о. Шаги труб:  $s_1=110$  мм,  $s_2=90$  мм. Определить средний коэффициент теплоотдачи пучка, если число рядов труб в пучке 10.

Задача 4. Определить потерю теплоты путем конвекции вертикальным неизолированным паропроводом диаметром 100 мм и высотой 0,7 м, если температура наружной стенки 150 оС, а температура воздуха 60 оС.

Составил: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Дистанционно экзамен проводится в LMS Canvas. Экзаменационный тест содержит 28 заданий. На решение отводится 60 минут.

Образец заданий для экзамена, проводимого дистанционно в LMS Canvas (ПК-2, ОПК-3, УК-1):

ПК-2-31

1) Передача теплоты при непосредственном соприкосновении тел или внутри твердого тела, обусловленная тепловым движением микрочастиц, называется:

- 1.теплопроводностью;
- 2.теплопередачей;
- 3.тепломассообменом.

2) Конвективный теплообмен - это сложный вид теплообмена, при котором совместно протекают процессы:

- 1.теплообмена и массообмена;
- 2.конвекции и теплоотдачи;
- 3.теплопроводности и конвекции.

ПК-2-У1

1) Первая теорема подобия (теорема Ньютона) гласит:

- 1.подобные между собой явления имеют численно одинаковые критерии подобия;
- 2.подобны те явления, условия однозначности которых подобны, и критерии подобия, оставленные из условий однозначности численно одинаковы;
- 3.при полном подобии физических явлений все величины, характеризующие данные явления, должны находиться в определенных соотношениях для сходственных точек и сходственных моментов времени.

ОПК-3-В1

1) Если коэффициент теплоотдачи третьего ряда коридорного пучка труб принять за 100%, то коэффициент теплоотдачи второго ряда этого пучка составит:

- 1.60%;
- 2.80%;
- 3.70%.

2) Коэффициент теплопередачи измеряется в следующих единицах:

- 1.Вт/м<sup>2</sup>;
- 2.Вт/м;

3.Вт/(м2.К).

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

При оценке результатов защиты отчетов по лабораторным работам используется бинарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

"Зачтено", если выполнены все задания лабораторной работы, студент ответил на все контрольные вопросы.

"Не зачтено", если студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Критерии оценки ответов при защите курсовой работы:

Оценка «Отлично» ставится, если обучающийся отвечает на все заданные ему вопросы, показывает способность самостоятельно мыслить, ясно и последовательно излагать содержание ответа, умение обобщать материал, делать выводы. Оценка «Хорошо» ставится, если ответы на вопросы в целом раскрыты, но изложены недостаточно полно, либо в ответах содержатся неточности.

Оценка «Удовлетворительно» ставится, если обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет недостаточное умение делать аргументированные выводы показывает недостаточно свободное владение терминологией, логичностью и последовательностью изложения.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится, если обучающийся показывает незнание основных понятий и положений, неспособность связно изложить материал.

Критерии оценки ответов на экзамене, проводимом в письменной форме:

Оценка «Отлично» ставится, если ответы на все вопросы билета изложены полно (в рамках программы курса или лекционного курса) и точно. Обучающийся показал способность самостоятельно мыслить, ясно и последовательно излагать содержание ответа, умение обобщать материал, делать выводы, решать практические задачи.

Оценка «Хорошо» ставится, если вопросы в целом раскрыты, но изложены недостаточно полно (не менее, чем на 80 – 90 %), либо в ответе содержатся неточности (в значениях показателей, названии термина при понимании его сути и т.д.).

Оценка «Удовлетворительно» ставится, если изложение каждого вопроса не менее, чем на 60 %, грубые ошибки в классификациях, трактовке основных понятий, значениях показателей и т.д. Незнание одного из вопросов может быть компенсировано полным изложением ответа на другой вопрос. Непоследовательное изложение материала, неумение делать выводы.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится, если ответы на вопросы отсутствуют или раскрыты менее, чем на 60 %, подмена одного вопроса другим, наличие шпаргалки. Незнание основных понятий и положений темы.

Критерии оценки ответов при защите курсовой работы и на экзамене, проводимых в дистанционной форме в LMS Canvas:

90 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 - отлично

75 ≤ Процент верных ответов < 90 - хорошо

50 ≤ Процент верных ответов < 75 – удовлетворительно

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	А.С.Телегин, В.С.Швыдкий, Ю.Г.Ярошенко	Тепломассоперенос: учеб.пособие		М.: Металлургия, 1995,
Л1.2	О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко	Тепломассообмен: Учебник		М.: ИНФРА-М, 2013,

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	А.С.Тимофеева, В.В.Федина	Теплофизика металлургических процессов: Учеб. пособие		Старый Оскол: ТНТ, 2015,

##### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Куницина Н.Г.	Тепломассообмен: Лабораторный практикум		Новотроицк: НФ НИТУ "МИСиС", 2020, <a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
ЛЗ.2	Куницина Н.Г.	Расчет кожухотрубных и пластинчатых теплообменников: Методические указания по выполнению курсовой работы		Новогродецк: НФ НИТУ "МИСиС", , <a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	КиберЛенинка	<a href="http://www.cyberleninka.ru">www.cyberleninka.ru</a>
Э2	НФ НИТУ МИСиС	<a href="http://www.nf.misis.ru">www.nf.misis.ru</a>
Э3	Российская научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.

Рекомендации по успешному освоению курса в традиционной форме.

Для успешного усвоения теоретического материала необходимо регулярно посещать лекции, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Успешному освоению курса также поможет ведение терминологического словаря, что позволит быстрее усваивать теоретический материал, грамотно строить свою речь при устных и письменных ответах.

Программа дисциплины включает практические и лабораторные занятия, выполнение курсовой работы. Курсовая работа отличается значительными затратами времени и требует от студента знаний лекционного материала и большого внимания. В связи с этим, при планировании своей самостоятельной работы вам следует учитывать, что пропуск лекционных занятий и невнимательное отношение к изучению материала существенно осложнит выполнение курсовой работы.

Оформленная в соответствии со стандартами работа сдается на кафедру Металлургических технологий и оборудования. Работа допускается к защите, если она проверена преподавателем, ведущим занятия, и имеет соответствующую запись о правильном ее выполнении.

Лабораторные работы связаны со значительными затратами времени, кроме того, для их полноценного выполнения требуется участие в ней нескольких студентов под руководством учебного мастера. В связи с этим, при планировании своей учебной работы вам следует учитывать, что пропуск лабораторного занятия связан со сложностями их выполнения.

Подготовка к выполнению лабораторной работы заключается в составлении теоретического введения к лабораторной работе. После выполнения лабораторной работы оформляется отчет. Работа считается полностью зачтенной после ее защиты. Защита лабораторных работ проводится на лабораторных занятиях.

Участие в практических занятиях требует от студентов высокой степени самостоятельности и способствует более глубокому освоению теоретических положений и их практического использования. По индивидуальным исходным данным, выдаваемым в начале практических занятий, необходимо провести самостоятельные расчеты и сделать выводы по полученным результатам: о характере полученных данных и об их соответствии реальным производственным величинам.

Подготовка к экзамену по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы, включая темы самостоятельного изучения.

Рекомендации по освоению дисциплины в дистанционной форме.

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Canvas, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

1) зарегистрироваться на курс. Для этого нужно перейти по ссылке, выдаваемой сотрудником деканата или преподавателем. Логин и пароль совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСиС;

2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;

3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;

4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСиС»;

5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Удобно называть файл работы следующим образом (название предмета (сокращенно), группа, ФИО, дата актуализации (при повторном размещении)). Например, Теплообмен Иванова И.И. БТТ-19\_20.04.2020. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);

- быть оформлена в соответствии с требованиями. Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней)

проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;

7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;

8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;

9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;

10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется Microsoft Teams (MS Teams). Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение MS Teams на персональный компьютер и телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams.

Участие в группе позволяет:

- слушать лекции;

- работать на практических занятиях;

- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате группы в рабочее время с 9.00 до 17.00;

- осуществлять совместную работу над документами (вкладка «Файлы»). При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой. Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.

При проведении лекционно-практических занятий ведется запись. Это дает возможность просмотра занятия в случае невозможности присутствия на нем или при необходимости вновь обратиться к материалу и заново его просмотреть.