МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» в г. Губкине Белгородской области (ГФ НИТУ «МИСиС»)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 02C89CCE0054AC5E89482DDA6B2898269B
Владелец: Кожухов Алексей Александрович
Действителен: с 14.10.2020 до 14.10.2021

рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
НИТУ «МИСиС»
от «31» августа 2020 г.
протокол № 1-20

Рабочая программа дисциплины

Тепломассообмен

Закрепленная кафедра **Кафедра горного дела**

Направление подготовки 21.05.04 Горное дело

Специализация Электрификация и автоматизация горного производства

Квалификация **Горный инженер (специалист)**

Форма обучения **Очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 34
самостоятельная работа 74
часов на контроль -

Семестр(ы) изучения 7

Формы контроля в семестре:

зачет в 7 семестре

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7		Итого
Вид занятий	УП	РП	
Лекции	17	17	17
Практические	17	17	17
Контактная работа	34	34	34
Сам. работа	74	74	74
Часы на контроль	-	-	-
Итого:	108	108	108

Год набора 2018.

В редакции 2020 года.

Программу составил:
Королькова Лариса Николаевна, доцент, к.т.н. _____
Должность, уч.ст., уч.зв ФИО полностью *подпись*

Рабочая программа дисциплины
Тепломассообмен

разработана в соответствии с ОС ВО:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ от «02» декабря 2015 г. № 602 о.в.)

Выпуск 2:
от 2 декабря 2015 г. № 602 о.в.

Составлена на основании учебного плана 2018 года набора:
21.05.04 Горное дело, Электрификация и автоматизация горного производства, утвержденного Ученым советом НИТУ «МИСиС» 22.02.2018 г., протокол № 6.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Горного дела
наименование кафедры

Протокол от «23» апреля 2020 г. № 9-20

Зав. кафедрой ГД _____ А.А. Кожухов
аббревиатура наименования кафедры *подпись* *И.О. Фамилия*

«23» апреля 2020 г.

Руководитель ОПОП ВО
Зав.кафедрой ГД, д.т.н., доцент _____ А.А. Кожухов
должность, уч.ст., уч.зв. – при наличии *подпись* *И.О. Фамилия*

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ
Цель дисциплины – приобретение студентами способности к использованию основных понятий, законов и моделей переноса теплоты и массы для расчета тепломассообмена в оборудовании и процессах горного дела. **Задачи дисциплины**: 1. научить обучающихся основам физических положений теории переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением**;** **2.** научить обучающихся методам расчета процессов тепломассообмена и применения теории подобия**;** **3.** научить обучающихся оценивать параметры, анализировать эффективность и находить рациональные условия реализации тепломассообменных процессов.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная)	Вариативная
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся – предшествующие дисциплины (модули), практики и НИР
2.1.1	Математика
2.1.2	Физика
2.1.3	Химия
2.1.4	Теплотехника
2.2	Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины – последующие дисциплины (модули), практики и НИР
2.2.1	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 2
2.2.2	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 3
2.2.3	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
ПК-3.5: Владение навыками организации научно-исследовательских работ.	
Знать:	З-1. Методы расчета процессов тепломассообмена. З-2. Процессы и законы переноса теплоты и массы вещества
Уметь:	У-1. Использовать основные законы переноса теплоты и массы вещества.
Владеть навыком:	Н-1. Анализа процессов переноса теплоты и массы вещества. Н-2. Выполнения расчётов тепломассообменных процессов.
УК-7.3: Умение ставить и решать нестандартные задачи в условиях неопределенности и альтернативных решений с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов.	
Знать:	З-1. Методику выполнения расчетов процессов тепломассообмена с привлечением соответствующего математического аппарата.
Уметь:	У-1. Обосновывать практические инженерные решения по нахождению рациональных условий реализации процессов тепломассообмена в горном деле.
Владеть навыком:	Н-1. Выполнения инженерных расчетов процессов тепломассообмена в различных задачах горного дела.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Кол-во часов	Компетенции	Литература	Примечание
1	**Раздел 1. Тепло- и массообмен. Виды теплопередачи. Теплопроводность. Теплопередача.**	**7**	**12**			
1.1	Введение. Основные понятия тепломассообмена. **/лекция/**	7	1	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л 1.1, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.3	
1.2	Основные понятия, определения и законы теории теплопроводности. **/лекция/**	7	1	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л 1.1, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.3	

1.3	Теплопроводность при стационарном режиме. **/лекция/**	7	2	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л 1.1, Л 1.2, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.2, Л 2.3	
1.4	Теплопроводность при нестационарном режиме. **/лекция/**	7	2	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л 1.1, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.3	
1.5	Расчет теплопроводности при стационарном режиме. **/практика/**	7	2	ПК-3.5 У-1, Н-1, Н-2 УК-7.3 У-1, Н-1	Л 1.1, Л 1.2, Л 2.1, Л 2.2	
1.6	Расчет теплопроводности при нестационарном режиме. **/практика/**	7	2	ПК-3.5 У-1, Н-1, Н-2 УК-7.3 У-1, Н-1	Л 1.1, Л 1.2, Л 2.1, Л 2.2	
1.7	Расчет теплопередачи. **/практика/**	7	2	ПК-3.5 У-1, Н-1, Н-2 УК-7.3 У-1, Н-1	Л 1.1, Л 1.2, Л 2.1, Л 2.2	
2	**Раздел 2. Теплоотдача. Конвективный тепло- и массообмен.**	**7**	**13**			
2.1	Основные понятия, определения и законы теории конвективного тепло- и массообмена. **/лекция/**	7	1	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л 1.1, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.3	
2.2	Применение теории подобия для исследования процессов конвективной тепло- и массоотдачи. **/лекция/**	7	1	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л 1.1, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.3	
2.3	Основные уравнения конвективного тепло- и массообмена. Тепловой и диффузионный пограничные слои. **/лекция/**	7	1	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л 1.1, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.3	
2.4	Тепло- и массоотдача при свободной конвекции. **/лекция/**	7	1	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л 1.1, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.3	
2.5	Тепло- и массоотдача при вынужденной конвекции. **/лекция/**	7	2	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л 1.1, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.3	
2.6	Использование основных уравнений конвективного тепло- и массообмена. Расчет теплового и диффузионного пограничных слоев. **/практика/**	7	3	ПК-3.5 У-1, Н-1, Н-2 УК-7.3 У-1, Н-1	Л 1.1, Л 1.2, Л 2.1, Л 2.2	
2.7	Расчет тепло- и массоотдачи при свободной конвекции. **/практика/**	7	2	ПК-3.5 У-1, Н-1, Н-2 УК-7.3 У-1, Н-1	Л 1.1, Л 1.2, Л 2.1, Л 2.2	
2.8	Расчет тепло- и массоотдачи при вынужденной конвекции. **/практика/**	7	2	ПК-3.5 У-1, Н-1, Н-2 УК-7.3	Л 1.1, Л 1.2, Л 2.1,	

				У-1, Н-1	Л 2.2	
3	**Раздел 3. Радиационный теплообмен.**	7	9			
3.1	Основные понятия, определения и законы теории радиационного теплообмена. **/лекция/**	7	1	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л 1.1, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.3	
3.2	Радиационный теплообмен в диатермической среде. **/лекция/**	7	2	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л. 1.1, Л. 1.3, Л. 2.1, Л 2.3	
3.3	Радиационный теплообмен в поглощающе-излучающей среде. **/лекция/**	7	2	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л 1.1, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.3	
3.4	Расчет радиационного теплообмена в диатермической среде. **/практика /**	7	2	ПК-3.5 У-1, Н-1, Н-2 УК-7.3 У-1, Н-1	Л 1.1, Л 1.2, Л 2.1, Л 2.2	
3.5	Расчет радиационного теплообмена в поглощающе-излучающей среде. **/практика /**	7	2	ПК-3.5 У-1, Н-1, Н-2 УК-7.3 У-1, Н-1	Л 1.1, Л 1.2, Л 2.1, Л 2.2	
4	**Самостоятельная работа студента**	**7**	**74**			
4.1	Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по темам курса, указанным в разделе 4 РПД.	7	24	ПК-3.5 З-1, З-2 УК-7.3 З-1	Л 1.1, Л 1.2, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.3, Э 1	
4.2	Подготовка к практическим занятиям, оформление результатов расчетов.	7	20	ПК-3.5 У-1, Н-1, Н-2 УК-7.3 У-1, Н-1	Л 1.1, Л 1.2, Л 2.1, Л 2.2	
4.3	Выполнение расчетного задания.	7	24	ПК-3.5 У-1, Н-1, Н-2 УК-7.3 У-1, Н-1	Л 1.1, Л 1.2, Л 1.3, Л 2.1, Л. 2.2	
4.4	Подготовка к контрольной работе и ее выполнение.	7	6	ПК-3.5 З-1, З-2, У-1 УК-7.3 З-1, У-1	Л 1.1, Л 1.2, Л 1.3, Л 2.1, Л 2.3	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к текущей и промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

Контрольные вопросы для подготовки к контрольной работе (ПК-3.5 З-1, З-2, У-1; УК-7.3 З-1, У-1)

1. Уравнение теплового потока для пограничного слоя.
2. Теплопередача через плоскую стенку при стационарном режиме.
3. Полуэмпирическая теория турбулентности Прандтля для переноса тепла.
4. Стационарное температурное поле в цилиндрической стенке при граничных условиях I рода. Линейная плотность теплового потока. Внутреннее линейное термическое сопротивление.
5. Полуэмпирическая теория турбулентности Прандтля для переноса массы примеси.
6. Критический диаметр теплоизоляции.
7. Уравнение потока массы примеси для пограничного слоя.
8. Постановка задачи теории теплопроводности. Виды граничных условий.
9. Уравнение энергии (Польгаузена) для ламинарного пограничного слоя.
10. Нестационарное температурное поле в случае плоской стенки при граничных условиях III рода.

11. Уравнение конвективной диффузии для ламинарного пограничного слоя.
12. Стационарное температурное поле в случае плоской пластины при граничных условиях I, II и III рода.
13. Уравнение энергии (Польгаузена) для ламинарного пограничного слоя.
14. Нестационарное температурное поле в случае плоской пластины при граничных условиях II рода.
15. Теплоотдача при свободной конвекции. Критерий Грассгофа.
16. Регулярный тепловой режим при граничных условиях III и I рода.
17. Тепловой и диффузионный пограничные слои. Критерии Прандтля и Шмидта.
18. Нестационарное температурное поле в случае плоской стенки при граничных условиях I рода.
19. Теплоотдача при турбулентном движении жидкости в трубе.
20. Регулярный тепловой режим при граничных условиях I рода.
21. Исследование конвективной теплоотдачи методами теории подобия.
22. Теплопередача через цилиндрическую стенку при стационарном режиме.
23. Критический диаметр теплоизоляции.
24. Уравнение энергии для турбулентного пограничного слоя.
25. Нагрев термически тонких тел.
26. Теплоотдача при вынужденном ламинарном течении жидкости вдоль плоской поверхности.
27. Исследование процессов теплопроводности методами теории подобия.
28. Связь между множителями преобразования для потока реальной жидкости. Критерии гидродинамического подобия.
29. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии.
30. Теплоотдача при вынужденном турбулентном течении жидкости вдоль плоской поверхности.
31. Постановка задачи теории теплопроводности.
32. Дифференциальное уравнение энергии.
33. Нестационарная теплопроводность при радиационном теплообмене с окружающей средой.
34. Уравнение конвективной диффузии для турбулентного пограничного слоя.
35. Теплопередача через цилиндрическую стенку.
36. Законы теплового излучения.
37. Теплоотдача при ламинарном течении жидкости в трубе.
38. Основные понятия и определения теории лучистого теплообмена.
39. Теоремы Кондратьева.
40. Лучистый теплообмен в системе тел- цилиндрические поверхности.
41. Стационарная теплопроводность в плоской и цилиндрической стенках.
42. Расчет потерь тепла излучением в системе тел плоско-параллельные пластины.
43. Понятие угловых коэффициентов излучения. Их свойства.
44. Расчет степени черноты дымовых газов.
45. Теплопередача в плоских и цилиндрических стенках.
46. Использование номограмм Будрина для решения задач нестационарной теплопроводности.
47. Эмпирический метод определения коэффициента теплоотдачи.

Билет для контрольной работы содержит 5 вопросов.
Пример билета для контрольной работы:
Вариант 1.
1. Уравнение теплового потока для пограничного слоя.
2. Стационарное температурное поле в случае плоской пластины при граничных условиях I, II и III рода.
3. Теплопередача через цилиндрическую стенку при стационарном режиме.
4. Постановка задачи теории теплопроводности.
5. Стационарная теплопроводность в плоской и цилиндрической стенках.

Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

1. Выполнение расчетных заданий (ПК-3.5 У-1, Н-1, Н-2; УК-7.3 У-1, Н-1):
   1. Расчёт теплопроводности.
   2. Расчет конвективного теплоообмена.
2. Контрольная работа по курсу.

Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Экзамен не предусмотрен.

Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)

Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: зачет в 7 семестре.
Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости - балльно-рейтинговая:
- посещение занятий – 1 баллу за 1 занятие (всего 17 занятий), итого не более 17 баллов;
- выполнение практических работ – по 2 балла (всего 8 занятий), итого не более 16 баллов;
- выполнение расчетных заданий – по 9 баллов (всего 2 задания), итого не более 18 баллов;
- выполнение контрольной работы по курсу – до 9 баллов.

Система получения дополнительных баллов:

- своевременный отчет по задачам, решаемым на практических занятиях – 16 баллов;
- своевременное выполнение расчетных заданий – 16 баллов;
- своевременное выполнение контрольной работы по курсу – 8 баллов.

ИТОГО не более 100 баллов в семестре.

Условие получения зачета по дисциплине – наличие не менее 60 баллов семестровой работы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	В.В. Нащокин	Техническая термодинамика и теплопередача: Учебник для вузов.	ГФ НИТУ «МИСиС»	Москва : Высшая школа, 1980. – 469 с.
Л 1.2	Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова	Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен.	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750	Ставрополь : СКФУ, 2014. – 225 с.
Л 1.3	Ю.В. Видин, Р.В. Казаков, В.В. Колосов	Теоретические основы теплотехники: тепломассообмен.	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752	Красноярск : СФУ, 2015.

6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	Л.В. Арнольд, Г.А. Михайловский, В.М. Селиверстов	Техническая термодинамика и теплопередача. Учебник для вузов.	ГФ НИТУ «МИСиС»	Москва : Высшая школа, 1979. – 446 с.
Л 2.2	Е.А. Дмитриев	Явления переноса массы в примерах и задачах : учебное пособие.	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428677	Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2015.
Л 2.3	В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел	Теплопередача: Учебник для вузов.	ГФ НИТУ «МИСиС»	Москва : Энергоатомиздат, 1981. – 416 с.

6.1.3 Методические материалы

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1				

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э 1	www.google.ru
Э 2	

6.3. Перечень программного обеспечения

П 1	Office Professional Plus 2016 RUS OLP NL Acdmc
П 2	WINHOME 10 RUS

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И 1	
И 2	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

7.1	Ауд. 101. Лекционная аудитория. Аудитория для практических занятий. 1. Комплект мультимедийной аппаратуры: – системный блок и монитор; – мультимедиа-проектор; 2. Комплект учебной мебели на 90 посадочных мест.
	Ауд. 212. Компьютерный класс. Аудитория для практических занятий. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: 1. Персональный компьютер в сборе FOX MIMO-65090: – системный блок iRu Home412 – 13 шт.; – монитор AOC – 13 шт. 2. Комплект мультимедийной аппаратуры: – мультимедиа-проектор Panasonic PT- LB30NTE; – экран на штативе Projecta Pro View. 3. Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест
	Ауд. 219. Компьютерный класс. Аудитория для практических занятий. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: 1. Комплект мультимедийной аппаратуры: – мультимедиа-проектор Mitsubishi Ex200u; – экран; 2. Системный блок Intel – 13 шт.; 3. Монитор LG – 13 шт. 4. Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная работа студентов по изучению дисциплины базируется на аудиторных и внеаудиторных занятиях. Аудиторные занятия состоят из лекций и практических занятий, которые проводятся по расписанию. Внеаудиторная (самостоятельная) работа предусматривает изучение теоретических основ дисциплины по учебникам и научно-технической литературе.

В программе дисциплины приведено наименование и содержание тем, подлежащих изучению. Темы дисциплины, которые студенты должны изучить самостоятельно, указаны в разделе «Самостоятельная работа».

Знания, умения и навыки, приобретенные студентами на лекциях, лабораторных занятиях и самостоятельно, преподаватель контролирует при проведении практических занятий, выполнении расчетных заданий и контрольной работы.