

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 26.05.2026 18:32:25  
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**

Приложение 4

к ОПОП ВО 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
Металлургические машины и оборудование

## Рабочая программа дисциплины

# Теплотехника

|                              |   |   |  |
|------------------------------|---|---|--|
| Закреплена за подразделением | <b>Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)</b>                 |   |  |
| Направление подготовки       | 15.03.02 Технологические машины и оборудование  |   |  |
| Образовательная программа    | 15.03.02 Технологические машины и оборудование / Metallургические машины и оборудование |   |  |
| Квалификация                 | <b>Бакалавр</b>   |   |  |
| Форма обучения               | <b>заочная</b>  |   |  |
| Общая трудоемкость           | <b>5 ЗЕТ</b>  | Виды контроля на курсах:                        |  |
| Часов по учебному плану      | <b>180</b>  | <b>экзамен 2</b><br><b>контрольная работа 2</b> |  |

### Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс                                 | 2   |     | Итого |     |
|--------------------------------------|-----|-----|-------|-----|
|                                      | уп  | рп  |       |     |
| Лекции                               | 4   | 4   | 4     | 4   |
| Практические                         | 4   | 4   | 4     | 4   |
| Итого ауд.                           | 8   | 8   | 8     | 8   |
| Контактная работа                    | 8   | 8   | 8     | 8   |
| Сам. работа                          | 163 | 163 | 163   | 163 |
| В том числе сам. работа в рамках ФОС |     |     |       |     |
| Часы на контроль                     | 9   | 9   | 9     | 9   |
| Итого                                | 180 | 180 | 180   | 180 |

Программу составил(и):

*Буцуев Антон Николаевич; к.т.н., доцент, Сазонов А.В.*

Рабочая программа дисциплины

### **Теплотехника**

Составлен на основании учебного плана:

15.03.02\_25\_Технологич. машины и оборудование\_ПрММиО\_заоч.plx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 15.03.02 Технологические машины и оборудование Металлургические машины и оборудование протокол от 25.12.2024 №58.

Рабочая программа одобрена на заседании

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

Протокол от 11.03.2026 г., №3.

Руководитель подразделения Нефедов Андрей Викторович.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Цель - формирование базовых представлений о тепловых процессах, протекающих при производстве и обработке металлов и сплавов. |
| 1.2 | Задачи:  |
| 1.3 | - изучение закономерностей механики жидкостей и газов, тепло- и массообмена;   |
| 1.4 | - изучение особенностей горения различных видов топлива;   |
| 1.5 | - изучение конструкций и принципа работы устройств для сжигания топлива;   |
| 1.6 | - изучение закономерности оптимального нагрева металла в печах различных конструкций.  |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

| Блок ОП:   |   | Б1.О |
|------------|---|------|
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |      |
| 2.1.1      | Аналитическая геометрия и векторная алгебра   |      |
| 2.1.2      | Химия   |      |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |      |
| 2.2.1      | Система экологического менеджмента  |      |
| 2.2.2      | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |      |
| 2.2.3      | Менеджмент безопасности труда и здоровья  |      |
| 2.2.4      | Правоведение  |      |
| 2.2.5      | Детали машин  |      |
| 2.2.6      | Основы технологии машиностроения  |      |
| 2.2.7      | Компьютерная графика  |      |
| 2.2.8      | Промышленная экология   |      |
| 2.2.9      | Курсовая научно-исследовательская работа (часть 1)  |      |
| 2.2.10     | Курсовая научно-исследовательская работа (часть 2)  |      |
| 2.2.11     | Производственная практика   |      |
| 2.2.12     | Преддипломная практика  |      |
| 2.2.13     | Электропривод металлургических машин  |      |
| 2.2.14     | Электропривод и автоматизация металлургического оборудования  |      |
| 2.2.15     | Основы трибологии и триботехники  |      |
| 2.2.16     | Основы теории трения и изнашивания  |      |
| 2.2.17     | САПР в металлургическом машиностроении  |      |
| 2.2.18     | Современные методы проектирования оборудования металлургического производства   |      |
| 2.2.19     | Динамика и прочность технологических машин  |      |
| 2.2.20     | Динамические расчеты машин и механизмов   |      |
| 2.2.21     | Эксплуатация и ремонт металлургических машин  |      |
| 2.2.22     | Методы увеличения ресурса технологического оборудования   |      |
| 2.2.23     | Основы проектирования   |      |
| 2.2.24     | Конструирование машин и оборудования  |      |

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

|   |
|---|
| <b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b> |
| <b>Знать:</b>   |
| УК-1-31 основные законы, управляющие процессами получения и преобразования тепловой энергии, методы анализа эффективности использования теплоты и методы теплосбережения  |
| <b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>                  |
| <b>Знать:</b>   |
| УК-2-31 основные теплотехнические технологии в металлургии и машиностроении   |

|   |
|---|
| УК-2-32 цифровые технологии, применяемые в теплотехнике и теплоэнергетике металлургических и машиностроительных процессов   |
| УК-2-33 теоретические основы теплотехники (техническую термодинамику, тепломассообмен, гидрогазодинамику, теорию горения)   |
| <b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b> |
| <b>Уметь:</b>   |
| УК-1-У1 производить теплотехнические расчеты промышленных энергетических установок и устройств  |
| УК-1-У2 анализировать и оптимизировать процессы теплообмена в технологическом оборудовании  |
| <b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>                  |
| <b>Уметь:</b>   |
| УК-2-У1 оценивать параметры состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов  |
| УК-2-У2 анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в металлургии и машиностроении   |
| УК-2-У3 применять программное обеспечение и цифровые технологии в решении теплотехнических задач  |
| <b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b> |
| <b>Владеть:</b>   |
| УК-1-В1 методами решения современных прикладных задач с использованием основных законов теоретических основ теплотехники и термодинамики  |
| УК-1-В2 навыками применения вычислительной техники в решении теоретических и практических проблем теплотехники  |
| <b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>                  |
| <b>Владеть:</b>   |
| УК-2-В1 методами анализа эффективности термодинамических процессов металлургического производства и управления интенсивностью обмена энергией в них   |

#### 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. Техническая термодинамика</b>  |                |       |   |   |            |    |                    |
| 1.1         | Основные понятия и определения термодинамики (параметры состояния и единицы их измерения, газовые смеси, уравнения состояния, теплоемкости, термодинамические процессы). Первый закон термодинамики и его применение для анализа термодинамических процессов (сущность и уравнение, понятие функции процесса и функции состояния, энергетические характеристики процессов). /Лек/ | 2              | 2     | УК-1-31 УК-1-В1 УК-1-В2<br>УК-2-33 УК-2-У1 УК-2-У2<br>УК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |            |    |                    |

|     |  |   |    |  |   |  |     |    |
|-----|--|---|----|--|---|--|-----|----|
| 1.2 | Выборочное решение задач по технической термодинамике. Разбор заданий к контрольной работе. Выборочное решение задач из контрольной работы. /Пр/   | 2 | 2  | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1<br>УК-2-33 УК-2-У1 УК-2-У2<br>УК-2-У3 УК-2-В1                                    | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |     | Р1 |
| 1.3 | Циклические процессы (цикл Карно, интеграл Клаузиуса, энтропия, энтальпия), второй закон термодинамики и термодинамический анализ теплотехнических устройств. Термодинамика газовых потоков. Фазовые переходы в термодинамических системах (уравнения газовых потоков). Третий закон термодинамики. Общая характеристика процессов горения. Элементы теории горения: кинетическое и диффузионное горение, структура и длина факела, его стабилизация. Возникновение пламени. Устройства для сжигания газообразного топлива (горелки). Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к зачету. /Ср/ | 2 | 84 | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2<br>УК-1-В1 УК-1-В2 УК-2-31<br>УК-2-32 УК-2-33 УК-2-У1<br>УК-2-У2 УК-2-У3 УК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  | КМ1 | Р1 |
|     | <b>Раздел 2. Теплопередача и теплообмен</b>  |   |    |  |   |  |     |    |
| 2.1 | Механизмы передачи теплоты, теплопроводность (способы распространения теплоты, теплоотдача и теплопередача, температурное поле, тепловые законы). Конвективный теплообмен (уравнение Ньютона-Рихмана, коэффициент теплоотдачи, конвекция, режимы течения, теплоотдачи при свободном и вынужденном движении). /Лек/   | 2 | 2  | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2<br>УК-1-В1 УК-1-В2 УК-2-31<br>УК-2-32 УК-2-33 УК-2-У1<br>УК-2-У2 УК-2-У3 УК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |     |    |
| 2.2 | Выборочное решение задач по тепломассообмену /Пр/  | 2 | 2  | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2<br>УК-1-В1 УК-1-В2 УК-2-31<br>УК-2-32 УК-2-33 УК-2-У1<br>УК-2-У2 УК-2-У3 УК-2-В1 | Л2.1 Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4                |  |     | Р1 |

|  |  |   |    |   |   |  |             |    |
|--|--|---|----|---|---|--|-------------|----|
| 2.3  | Теплообмен излучением. Теплообменники (физическая сущность лучистого теплообмена, основные законы теплового излучения, формулы для потоков массы, теплообменные аппараты). Огнеупорные и теплоизоляционные материалы и методика их расчета. Теплообменное оборудование и методика теплового расчета. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к зачету /Ср/ | 2 | 79 | УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-1-В2 УК-2-31 УК-2-32 УК-2-33 УК-2-У1 УК-2-У2 УК-2-У3 УК-2-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  | КМ1,К<br>М2 | Р1 |
| <b>Раздел 3. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b> |  |   |    |   |   |  |             |    |
| 3.1  | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/   | 2 | 0  |   |   |  |             |    |
| 3.2  | Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/   | 2 | 0  |   |   |  |             |    |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие                        | Проверяемые индикаторы компетенций  | Вопросы для подготовки   |
|--------|--|---|--|
| КМ1    | Подготовка к зачету и самостоятельное изучение | УК-2-31;УК-2-32;УК-2-33;УК-2-У1;УК-2-У2;УК-2-У3;УК-2-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как перевести технические атмосферы в паскали?</li> <li>2. Как формулируется 1-й закон термодинамики?</li> <li>3. В каких единицах измеряется теплота?</li> <li>4. Как изменяется теплоемкость газов с ростом температуры?</li> <li>5. Почему <math>c_p</math> больше, чем <math>c_v</math> ?</li> <li>6. Как задается состав смеси газов?</li> <li>7. Что такое адиабатный процесс?</li> <li>8. Как изменяется энтропия газа при изотермическом расширении?</li> <li>9. Для чего охлаждают цилиндр при сжатии газа в поршневом компрессоре?</li> <li>10. Как формулируется второй закон термодинамики?</li> <li>11. Из каких термодинамических процессов формируется цикл Карно?</li> <li>12. Почему для высоких степеней сжатия приходится применять многоступенчатые компрессоры?</li> <li>13. Почему ДВС имеют более высокий термический КПД, чем ГТУ?</li> <li>14. Почему термический КПД дизеля выше, чем у карбюраторного двигателя?</li> <li>15. Как зависит КПД ДВС от степени сжатия?</li> <li>16. Для решения каких задач применяются ГТУ в энергетике?</li> <li>17. От чего зависит термический КПД цикла Ренкина?</li> <li>18. Что такое степень сухости водяного пара?</li> <li>19. Каково назначение конденсатора в паротурбинной установке?</li> <li>20. Что такое холодильный коэффициент?</li> <li>21. Как устроен тепловой насос?</li> <li>22. Сформулируйте основной закон теплопроводности.</li> <li>23. Дайте характеристику дифференциального уравнения теплопроводности и условий однозначности.</li> <li>24. Как распределяется температура по толщине плоской и</li> </ol> |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  |  | <p>цилиндрической стенок?</p> <p>25. Укажите основные способы интенсификации процессов теплопередачи.</p> <p>26. В чем состоит физический смысл коэффициента теплопередачи?</p> <p>27. Сформулируйте закон конвективной теплоотдачи.</p> <p>28. Укажите факторы, влияющие на величину коэффициента теплоотдачи.</p> <p>29. Сформулируйте физический смысл критериев <math>Re</math>, <math>Nu</math>, <math>Gr</math>, <math>Pr</math>, <math>Pe</math>.</p> <p>30. Что такое определяющий размер, определяющая температура?</p> <p>31. Как влияет режим течения жидкости на теплоотдачу при вынужденном движении в каналах и при внешнем обтекании тел?</p> <p>32. Опишите особенности теплообмена при кипении и конденсации жидкости.</p> <p>33. Как преобразуется лучистая энергия, падающая на поверхность твердого тела?</p> <p>34. Сформулируйте закон излучения Стефана-Больцмана.</p> <p>35. Дайте определение степени черноты тела.</p> <p>36. Для чего применяется экранирование излучающих поверхностей?</p> <p>37. Опишите особенности излучения газов.</p> <p>38. Как рассчитывается сложный теплообмен?</p> <p>39. Назовите типы теплообменных аппаратов.</p> <p>40. Опишите основные расчетные уравнения рекуперативных теплообменных аппаратов.</p> <p>41. Проведите сравнение прямоточных и противоточных аппаратов.</p> <p>42. Что такое среднеарифметический и среднелогарифмический температурные напоры?</p> <p>43. Что такое вязкость жидкости?</p> <p>44. Какой формулой определяется сила давления жидкости на стенку?</p> <p>45. Чем отличается ламинарное течение от турбулентного?</p> <p>46. Что такое кавитация?</p> <p>47. Что такое число Маха?</p> <p>48. Как предохранить трубопроводов от гидравлического удара?</p> <p>49. От каких параметров зависит расход газа при истечении из сопла?</p> <p>50. Где применяется сопло Лавала?</p> <p>51. Что такое скачок уплотнения?</p> <p>52. Что такое температура торможения?</p> <p>53. Как устроены циклонные аппараты для очистки газа?</p> <p>54. Что такое пограничный слой?</p> <p>55. Что такое лопаточная решетка?</p> <p>56. Какие способы распыливания жидкостей Вам известны?</p> <p>57. Назовите виды турбулентных струй.</p> <p>58. Как получают жидкие топлива из природной нефти?</p> <p>59. Что характеризуют октановое и цетановое числа?</p> <p>60. Что такое фракционный состав жидкого топлива?</p> <p>61. Чем определяется испаряемость жидких топлив?</p> <p>62. Назовите виды и показатели качества нефтяного мазута.</p> <p>63. Назовите виды и области применения искусственных топлив.</p> <p>64. Как рассчитывается теоретическое количество воздуха, необходимое для сжигания одного килограмма топлива?</p> <p>65. Что такое полное и неполное сгорание топлива?</p> <p>66. Что такое гомогенное и гетерогенное горение?</p> <p>67. В чем состоит сущность теории цепной реакции?</p> <p>68. Опишите основные стадии воспламенения и распространения пламени</p> |
|--|--|--|---|

|     |       |   |  |
|-----|-------|---|--|
| КМ2 | Зачет | УК-2-31;УК-2-32;УК-2-33;УК-2-У1;УК-2-У2;УК-2-У3;УК-2-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Смеси рабочих тел, способы задания, определение газовой постоянной и молярной массы смеси.</li> <li>2. Равновесные термодинамические процессы и их обратимость.</li> <li>3. Графическое изображение процессов. Рабочая и тепловая диаграммы.</li> <li>4. Частные случаи политропного процесса: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный процессы.</li> <li>5. Циклы ДВС (Отто, Дизеля и Тринклера).</li> <li>6. Идеальные циклы ГТУ.</li> <li>7. Методы повышения эффективности тепловых двигателей.</li> <li>8. Понятие о фазовых переходах и фазовых превращениях, протекающих в рабочих телах.</li> <li>9. Условия равновесия однородной системы и нескольких фаз вещества.</li> <li>10. Фазовые термодинамические диаграммы.</li> <li>11. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.</li> <li>12. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме и граничных условиях третьего рода.</li> <li>13. Тепловая изоляция. Теплопроводность при нестационарном режиме.</li> <li>14. Основы численных методов расчета температурных полей (метод конечных разностей).</li> <li>15. Отдельные задачи конвективного теплообмена в однофазной среде.</li> <li>16. Теплоотдача при вынужденном, движении жидкости в трубах и каналах.</li> <li>17. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя.</li> <li>18. Конвективный теплообмен в замкнутом объеме.</li> <li>19. Закон Фика. Формулы для потоков массы. Коэффициенты массопереноса.</li> <li>20. Тепломассообменные устройства. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов.</li> <li>21. Конструктивные особенности теплообменников рекуперативного, регенеративного и смешительного типов.</li> <li>22. Основные принципы теплового расчета теплообменников.</li> <li>23. Общие характеристики твердого и жидкого топлива, основные положения теории горения.</li> <li>24. Определение энтальпии продуктов сгорания.</li> </ol> |
|-----|-------|---|--|

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

| Код работы | Название работы    | Проверяемые индикаторы компетенций  | Содержание работы   |
|------------|--------------------|---|---|
| Р1         | Контрольная работа | УК-2-31;УК-2-32;УК-2-33;УК-2-У1;УК-2-У2;УК-2-У3;УК-2-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2 | <p>Контрольная работа представляет собой выполнение индивидуального задания, представляющего собой решение четырех задач по технической термодинамике и двух задач по тепломассообмену или горению топлива.</p> <p>Задачи берутся из задачника по теплотехнике по усмотрению преподавателя.</p> <p>Решение может выполняться как в печатном виде в Microsoft Word, так и в рукописном виде в тетради.</p> |

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты и т.п.)

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен (УК-6.1-31, УК-6.1-У1, УК-6.1-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: «Теплотехника»

Направление: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Форма обучения: заочная

Форма проведения экзамена: письменная

1. Дайте определение топливу. Классификация топлива по происхождению и агрегатному состоянию. Опишите химический состав различных видов топлива.
  2. Рекуперативные теплообменники. Дайте общую характеристику тепловой работы рекуператоров, виды рекуператоров. Перечислите требования, предъявляемые к рекуператорам. Преимущества и недостатки рекуперативных теплообменников.
- Задача 1. Определите состав горючей массы угля, если состав его рабочей массы следующий, %:  $C_p=50$ ,  $H_p=4$ ,  $S_p=6$ ,  $O_p=4$ ,  $N_p=3$ ,  $A_C=31$ ,  $W_P=3$ .
- Задача 2. Определите действительный объем воздуха при горении 2 м<sup>3</sup> топлива, состоящего из 97% CH<sub>4</sub>, 1% CO и 2% N<sub>2</sub>, если коэффициент избытка воздуха 1,12.
- Задача 3. Определить площадь поверхности теплообмена рекуперативного водовоздушного теплообменника при противоточной схеме движения теплоносителей, если массовый расход воздуха 18 кг/с, средний коэффициент теплопередачи от воздуха к воде 30 Вт/(м<sup>2</sup>·оС), начальная температура воздуха 470 оС, конечная температура воздуха 220 оС, начальная температура воды 30 оС, конечная температура воды 100 оС. Определить также расход воды через теплообменник.

Составил: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Дистанционно экзамен проводится в LMS Canvas. Экзаменационный тест содержит 42 задания. На решение отводится 1,5 часа.

Образец заданий для экзамена, проводимого дистанционно в LMS Canvas (УК-6.1):

УК-6.1-31

1) Какое топливо является искусственным?

1. Горючий сланец
2. Древесный уголь
3. Нефть

2) В каких форсунках через тело форсунки проходит только 8-12% воздуха, а остальной воздух поступает по специальным керамическим каналам?

1. Низкого давления
2. Высокого давления
3. Среднего давления

3) Как называются огнеупорные материалы с содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> более 90 %

1. Корундовые
2. Муллитовые
3. Шамотные

УК-6.1-У1

1) При какой толщине нагреваемых заготовок не рационален двусторонний нагрев?

1. Менее 100 мм
2. Более 100 мм
3. Более 200 мм

2) Каково преимущество керамических рекуператоров перед металлическими?

1. Более высокая температура подогрева воздуха
2. Более высокая герметичность
3. Меньшие габаритные размеры

УК-6.1-В1

1) Какое количество углерода будет содержаться в рабочей массе угля при уменьшении его влажности с 20 до 10 %, если при влажности 20 % содержание углерода 45 %? Ответ округлите до целых значений.

2) Какое количество кислорода требуется для сжигания 50 м<sup>3</sup> CO? Ответ округлите до целых значений.

3) Чему будет равна низшая теплота сгорания рабочей массы газообразного топлива следующего состава: CH<sub>4</sub> p = 70 %, CO p = 15 %, H<sub>2</sub> p = 5 %, N<sub>2</sub> p = 10 %. Ответ округлите до целых значений.

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

Критерии оценки ответов на зачете, 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 теплотехнических 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 те-плотехнических 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 на зачете, проводимом в дистанционной форме в LMS Canvas:

90 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 - отлично

75 ≤ Процент верных ответов < 90 - хорошо

55 ≤ 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                  |
|------|----------------------------|---|------------|------------------------------------|
| Л1.1 | Под ред.<br>В.А.Кривандина | Теплотехника<br>металлургического<br>производства: Учеб. пособие<br>в 2-х т |            | М.: МИСиС, 2002                    |
| Л1.2 | Н.Г. Куницина              | Теплотехника<br>металлургических печей:<br>Учебное пособие                  |            | Новотроицк: НФ НИТУ<br>МИСиС, 2015 |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|      | Авторы, составители | Заглавие  | Библиотека | Издательство, год                    |
|------|---------------------|---|------------|--------------------------------------|
| Л2.1 | Н.Г. Куницина       | Теплотехника: Лабораторный<br>практикум   |            | Новотроицк: НФ НИТУ<br>"МИСиС", 2017 |
| Л2.2 | Н.Г. Куницина       | Расчет горения топлива:<br>Методические указания для<br>выполнения домашнего<br>задания |            | Новотроицк: НФ НИТУ<br>"МИСиС", 2018 |

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

|    |   |                       |
|----|---|-----------------------|
| Э1 | КиберЛенинка                              | www.cyberleninka.ru   |
| Э2 | Нф НИТУ "МИСиС"                           | www.nf.misis.ru       |
| Э3 | Российская научная электронная библиотека | www.elibrary.ru       |
| Э4 | НЭБ НИТУ "МИСиС"                          | www.elibrary.misis.ru |

**6.3 Перечень программного обеспечения**

|      |   |
|------|---|
| П.1  | WinPro 10 RUSUpgrdOLVNLEachAcdmcAP                                      |
| П.2  | Компас 3D V24   |
| П.3  | Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual                             |
| П.4  | Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL AcademicEdition; |
| П.5  | Microsoft Office Standart 2013 Russian OLP NL AcademicEdition           |
| П.6  | WinPro 7 RUS Upgrd OLP NL Acdmc   |
| П.7  | Micro-Cap 12  |
| П.8  | Браузер Google Chrome   |
| П.9  | Microsoft Teams   |
| П.10 | Zoom  |
| П.11 | Браузер Yandex  |

**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 контрольной работы.

Контрольная 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 контрольной работы.

Оформленная в соответствии со стандартами контрольная работа сдается на кафедру Metallургических технологий и оборудования. Контрольная работа считается зачетной, 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 зачетной 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.

LMS Canvas позволяет использовать специальный контент и элементы электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. LMS Canvas используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

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

- 1) зарегистрироваться на курс. Для этого нужно перейти по ссылке, выдаваемой сотрудниками 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, Теплотехника\_Иванов\_И.И.\_БТМО-19\_20.11.2020. 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.