

# МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Национальный исследовательский университет «МИСиС»  
Новотроицкий филиал

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

## Теплотехника

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)</b>
Учебный план	15.03.02_20_Технологич. машины и оборудование_Пр1_2020.plm.xml Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование Профиль. Металлургические машины и оборудование
Квалификация	<b>Бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>5 ЗЕТ</b>

Часов по учебному плану	180	Виды контроля в семестрах: экзамены 4
в том числе:		
аудиторные занятия	68	
самостоятельная работа	76	
часов на контроль	36	

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
В том числе инт.	29	29	29	29
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Сазонов А.В. \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Теплотехника**

разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ «МИСиС»:

Образовательный стандарт высшего образования НИТУ "МИСиС" по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (уровень бакалавриата) (приказ от 02.12.2015 г. № 602 о.в.)

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование Профиль. Metallургические машины и оборудование

утвержденного учёным советом вуза от 21.05.2020 протокол № 10/зг.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

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

Протокол от 18.06.2020 г. № 11

Срок действия программы: 2020-2021 уч.г.

Зав. кафедрой доцент, к.т.н. Шаповалов А.Н.

\_\_\_\_\_

*подпись*

\_\_\_\_\_

*И.О. Фамилия*

Руководитель ОПОП ВО

\_\_\_\_\_

*подпись*

\_\_\_\_\_

*И.О. Фамилия*

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)**

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

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Цикл (раздел) ООП:		Б1.Б
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Математика	
2.1.2	Физика	
2.1.3	Химия	
2.1.4	Механика жидкости и газа	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Исследование состояния машин и оборудования металлургического производства	
2.2.2	Машины и агрегаты металлургического производства	

**3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР), СООТНЕСЕННЫЕ С СООТВЕТСТВУЮЩИМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ, КОТОРЫЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ДОСТИГНУТЫ ОБУЧАЮЩИМСЯ**

<b>УК-6.1 : Демонстрировать знание естественнонаучных и других фундаментальных наук в профессиональной деятельности</b>	
<b>Знать:</b>	
Уровень 1	Основные закономерности процессов переноса тепла в технологических машинах металлургического производства
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>Уметь:</b>	
Уровень 1	Анализировать тепловые условия эксплуатации деталей и узлов машиностроительных конструкций
Уровень 2	
Уровень 3	
<b>Владеть:</b>	
Уровень 1	Навыками расчета процессов теплопередачи в оборудовании металлургического производства, деталях и узлах машиностроительных конструкций
Уровень 2	
Уровень 3	

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	<b>Раздел 1. Изучение основных законов тепло - и массопереноса в печах</b>					
1.1	Основные закономерности механики жидкостей и газов, и их применение для решения задач статики и динамики жидких и газообразных сред в печах /Лек/	4	0,5	УК-6.1	Л2.1 Э3 Э4	
1.2	Характеристика процессов теплообмена (основные понятия теории теплообмена, виды и основные законы процессов теплообмена) /Лек/	4	0,5	УК-6.1	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.3	Определение теплоемкости воздуха методом нагрева потока при постоянном давлении /Лаб/	4	2	УК-6.1	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"

1.4	Определение теплоемкости воздуха при постоянном объеме методом нагрева теплоизолированного постоянного объема и массы воздуха /Лаб/	4	3	УК-6.1	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
1.5	Определение коэффициента теплопередачи при движении воздуха в трубе при различных скоростях течения /Лаб/	4	3	УК-6.1	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
1.6	Определение теплоемкости жидкости методом нагрева потока жидкости /Лаб/	4	2	УК-6.1	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
1.7	Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения /Лаб/	4	2	УК-6.1	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
1.8	Определение передаваемой тепловой мощности теплообменника типа "труба в трубе" в зависимости от схемы движения теплоносителей /Лаб/	4	2	УК-6.1	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповые работы"
1.9	Определение передаваемой тепловой мощности кожухотрубного теплообменника в зависимости от схемы движения теплоносителей /Лаб/	4	3	УК-6.1	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Групповая работа"
1.10	Подготовка к лабораторным занятиям /Ср/	4	16	УК-6.1	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
<b>Раздел 2. Теплогенерация за счет химической энергии топлива и электроэнергии</b>						
2.1	Основные виды и характеристики топлива /Лек/	4	0,5	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.2	Методы теплогенерации за счет электроэнергии /Лек/	4	0,5	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.3	Определение состава топлива /Пр/	4	6	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.4	Определение высшей и низшей теплот сгорания топлива /Пр/	4	6	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Технология проблемного обучения"
<b>Раздел 3. Основы теории горения топлива</b>						
3.1	Общая характеристика процессов горения. Элементы теории горения: кинетическое и диффузионное горение, структура и длина факела, его стабилизация. Возникновение пламени /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.2	Особенности горения газообразного, жидкого и твердого топлива /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.3	Расчет горения топлива. Определение расхода воздуха, количества и состава продуктов сгорания /Пр/	4	6	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Технология проблемного обучения"
3.4	Определение энтальпии продуктов сгорания топлива /Пр/	4	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.5	Выполнение домашнего задания /Ср/	4	26	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1 Э2 Э3 Э4	
<b>Раздел 4. Устройства для сжигания газообразного и жидкого топлива</b>						
4.1	Устройства для сжигания газообразного топлива (горелки). Их конструкции и методика выбора /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
4.2	Устройства для сжигания жидкого топлива (форсунки). Их конструкции и методика выбора /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
4.3	Комбинированные газо-мазутные горелки /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	

4.4	Расчет конструкций горелок и форсунок /Пр/	4	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Технология проблемного обучения"
<b>Раздел 5. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы</b>						
5.1	Общая характеристика и классификация огнеупорных материалов. Рабочие и физические свойства огнеупорных материалов /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
5.2	Состав, основные свойства и область применения огнеупорных материалов /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
5.3	Классификация теплоизоляционных материалов. Огнеупорные бетоны, растворы и обмазки /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
5.4	Контрольная работа № 1 /Пр/	4	2	УК-6.1		
5.5	Подготовка к контрольной работе № 1 /Ср/	4	8	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
<b>Раздел 6. Устройства для утилизации тепла отходящих дымовых газов</b>						
6.1	Теплотехнические основы и сравнительная оценка методов утилизации тепла /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
6.2	Рекуперативные теплообменники, их конструкции. Температурное поле рекуператора. Цель и принцип их расчета /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
6.3	Регенеративные теплообменники, их конструкции и работа. Цель и принцип их расчета /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
6.4	Определение основных размеров рекуператоров и регенераторов /Пр/	4	4	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	по форме "Технология проблемного обучения"
<b>Раздел 7. Классификация и общая характеристика тепловой работы печей</b>						
7.1	Классификация печей по технологическим и конструктивным признакам; по принципу теплогенерации. /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
7.2	Общая характеристика тепловой работы печей. Тепловой баланс печей разного технологического назначения /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
7.3	Расчет теплового баланса печей и расхода топлива /Пр/	4	2	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
7.4	Основы рациональной технологии нагрева металла. Окисление и обезуглероживание металла. Основные закономерности этих процессов. Меры борьбы с ними /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
7.5	Выбор, обоснование и расчет режимов нагрева металла в печах /Пр/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
7.6	Конструкции и принцип работы печей разного технологического назначения /Лек/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
7.7	Расчет основных размеров металлургических печей /Пр/	4	1	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
7.8	Контрольная работа № 2 /Пр/	4	2	УК-6.1		
7.9	Подготовка к контрольной работе № 2 /Ср/	4	8	УК-6.1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
7.10	Подготовка к экзамену /Ср/	4	18	УК-6.1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	
7.11	Экзамен по дисциплине "Теплотехника" /Экзамен/	4	36	УК-6.1		

### **5.1. Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля, практики, НИР)**

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;
2. Выполнение контрольных работ в письменной форме по вопросам и задачам, входящим в раздел (тему) УД, или в тестовой форме по тестовым заданиям в среде LMS Canvas.

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.

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

Теоретические вопросы к контрольной работе № 1 (УК-6.1-31):

- 1 Виды и основные законы процессов теплообмена.
- 2 Свойства жидкостей и газов (понятие идеального и реального газов, вязкость, объем, плотность, скорость).
- 3 Характеристика процессов теплообмена (основные понятия теории теплообмена, виды и основные законы процессов теплообмена).
- 4 Общая характеристика топлива. Классификация топлива по происхождению и агрегатному состоянию.
- 5 Химический состав топлива.
- 6 Теплота сгорания топлива (определение, обозначение, единицы измерения, виды теплот сгорания и методы определения).
- 7 Теплотехнические свойства топлива (краткая характеристика каждого вида топлива).
- 8 Характеристика процессов горения (определение, стадии горения, виды горения).
- 9 Горение газообразного топлива.
- 10 Горение жидкого топлива (стадии горения и их описание).
- 11 Горение твердого топлива (стадии горения и их описание).
- 12 Применение полного и неполного горения.
- 13 Расчеты горения топлива (расход воздуха, количество и состав продуктов сгорания, тем-пература горения).
- 14 Устройства для сжигания газообразного топлива (требования, классификация, виды конструкций беспламенных и пламенных горелок).
- 15 Устройства для сжигания жидкого топлива (требования, виды сравнительная характеристика).
- 16 Комбинированное газо-мазутное отопление.
- 17 Классификация огнеупорных материалов.
- 18 Рабочие и физические свойства огнеупорных материалов.
- 19 Состав, свойства и область применения основных видов огнеупорных материалов.
- 20 Состав, свойства и область применения теплоизоляционных материалов.
- 21 Огнеупорные бетоны, растворы и обмазки.

Перечень практических заданий к контрольной работе № 1 (общие формулировки)(УК-6.1-31, УК-6.1-У1, УК-6.1-В1):

- 1 Определить состав горючей массы угля по известным данным.
- 2 Определить состав смеси двух газообразных топлив при известных теплоте сгорания смеси и составах каждого топлива.
- 3 Определить низшую теплоту сгорания рабочей и сухой массы угля марки Г, если известны его низшая теплота сгорания горючей массы, зольность сухой массы и влажность рабочая.
- 4 Определить количество продуктов сгорания при горении заданного объема газообразного топлива при указанныхх составе топлива и коэффициенте избытка воздуха.
- 5 Определить действительный расход воздуха при горении заданной массы мазута определенного состава.

Теоретические вопросы к контрольной работе № 2(УК-6.1-31):

- 1 Теплотехнические основы и методы утилизации тепла. Схемы использования тепла отходящих дымовых газов.
- 2 Рекуперативные теплообменники. Общая характеристика тепловой работы рекуператоров.
- 3 Цель и принцип расчета рекуператоров.
- 4 Конструкции рекуператоров. Преимущества и недостатки их работы.
- 5 Регенеративные теплообменники. Общая характеристика тепловой работы регенераторов.
- 6 Цель и принцип расчета регенераторов.
- 7 Классификация печей по технологическим и конструкционным признакам.
- 8 Классификация печей по принципу теплогенерации.
- 9 Общая характеристика тепловой работы печей.
- 10 Тепловой баланс печей и расход топлива (статьи приходной и расходной частей теплового баланса).
- 11 Методические печи с роликовым подом. Конструкция, тепловая работа, преимущества и недостатки.
- 12 Методические толкательные печи. Конструкция, назначение зон, преимущества и недостатки.
- 13 Методические роликовые печи. Конструкция, назначение зон, преимущества и недостатки.
- 14 Конструкция, назначение и принцип работы мартеновской печи.
- 15 Конструкция, назначение и принцип работы доменной печи.
- 16 Кольцевые печи. Особенности их тепловой работы, преимущества и недостики.
- 17 Общая характеристика термических печей. Сравнительный анализ садочных и проходных термических печей.
- 18 Печи с выкатным подом. Особенности их тепловой работы, преимущества и недостатки.
- 19 Колпаковые печи. Особенности их тепловой работы, преимущества и недостатки.

Перечень практических заданий к контрольной работе № 2 (общие формулировки)(УК-6.1-31, УК-6.1-У1, УК-6.1-В1):

- 1 Определить площадь поверхности теплообмена рекуперативного водовоздушного теплообменника при прямоточной схеме движения теплоносителей, если известны массовый расход воздуха, средний коэффициент теплопередачи от воздуха к воде, начальная температура воздуха, конечная температура воздуха, начальная температура воды, конечная температура воды.
- 2 Определить поверхность нагрева газодляного рекуперативного теплообменника, работающего по прямоточной схеме. Греющий теплоноситель – дымовые газы с заданной начальной и конечной температурами. Также известны массовый расход воды через теплообменник, начальная и конечная температуры воды, коэффициент теплоотдачи от газа к стенке и от стенки трубы к воде. Теплообменник выполнен из стальных труб с определенной толщиной стенки.
- 3 Определить, во сколько раз изменится коэффициент теплопередачи при изменении схемы движения теплоносителей с противоточной на прямоточную при неизменной площади теплообмена. Известны объемный расход нагреваемого воздуха при нормальных условиях, начальная и конечная температура продуктов сгорания, начальная и конечная температура нагреваемого воздуха.

Вопросы к экзамену (УК-6.1-31):

- 1 Виды и основные законы процессов теплообмена.
- 2 Свойства жидкостей и газов (понятие идеального и реального газов, вязкость, объем, плотность, скорость).
- 3 Характеристика процессов теплообмена (основные понятия теории теплообмена, виды и основные законы процессов теплообмена).
- 4 Общая характеристика топлива. Классификация топлива по происхождению и агрегатному состоянию.
- 5 Химический состав топлива.
- 6 Теплота сгорания топлива (определение, обозначение, единицы измерения, виды теплот сгорания и методы определения).
- 7 Теплотехнические свойства топлива (краткая характеристика каждого вида топлива).
- 8 Характеристика процессов горения (определение, стадии горения, виды горения).
- 9 Горение газообразного топлива.
- 10 Горение жидкого топлива (стадии горения и их описание).
- 11 Горение твердого топлива (стадии горения и их описание).
- 12 Применение полного и неполного горения.
- 13 Расчеты горения топлива (расход воздуха, количество и состав продуктов сгорания, температура горения).
- 14 Устройства для сжигания газообразного топлива (требования, классификация, виды конструкций беспламенных и пламенных горелок).
- 15 Устройства для сжигания жидкого топлива (требования, виды сравнительная характеристика).
- 16 Комбинированное газо-мазутное отопление.
- 17 Классификация огнеупорных материалов.
- 18 Рабочие и физические свойства огнеупорных материалов.
- 19 Состав, свойства и область применения основных видов огнеупорных материалов.
- 20 Состав, свойства и область применения теплоизоляционных материалов.
- 21 Огнеупорные бетоны, растворы и обмазки.
- 22 Теплотехнические основы и методы утилизации тепла. Схемы использования тепла отходящих дымовых газов.
- 23 Рекуперативные теплообменники. Общая характеристика тепловой работы рекуператоров.
- 24 Цель и принцип расчета рекуператоров.
- 25 Конструкции рекуператоров. Преимущества и недостатки их работы.
- 26 Регенеративные теплообменники. Общая характеристика тепловой работы регенераторов.
- 27 Цель и принцип расчета регенераторов.
- 28 Классификация печей по технологическим и конструкционным признакам.
- 29 Классификация печей по принципу теплогенерации.
- 30 Общая характеристика тепловой работы печей.
- 31 Тепловой баланс печей и расход топлива (статьи приходной и расходной частей теплового баланса).
- 32 Методические печи с роликовым подом. Конструкция, тепловая работа, преимущества и недостатки.
- 33 Методические толкательные печи. Конструкция, назначение зон, преимущества и недостатки.
- 34 Методические роликовые печи. Конструкция, назначение зон, преимущества и недостатки.
- 35 Конструкция, назначение и принцип работы мартеновской печи.
- 36 Конструкция, назначение и принцип работы доменной печи.
- 37 Кольцевые печи. Особенности их тепловой работы, преимущества и недостатки.
- 38 Общая характеристика термических печей. Сравнительный анализ садочных и проходных термических печей.
- 39 Печи с выкатным подом. Особенности их тепловой работы, преимущества и недостатки.
- 40 Колпаковые печи. Особенности их тепловой работы, преимущества и недостатки.

Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ (УК-6.1-31, УК-6.1-У1, УК-6.1-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?

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

Домашнее задание по вариантам на тему: "Расчет горения топлива" (УК-6.1-В1).

Основные разделы домашнего задания:

- расчёт состава топлива;
- расчет состава смеси топлив;
- составление реакций горения горючих компонентов топлива;
- определение количества воздуха, необходимого на горение смеси топлив и количества продуктов сгорания;
- расчет калометрической температуры горения;
- определение действительной температуры в рабочем пространстве печного агрегата.

Объем домашнего задания – 15-20 стр. Варианты заданий приведены в методических указаниях по выполнению домашнего задания.

Оформленное домашнее задание сдается на кафедру Metallургических технологий и оборудования. Правильно выполненное задание считается зачтенным. Домашнее задание, выполненное неверно или имеющее замечания, возвращается на доработку.

**5.3. Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена**

Формой текущего контроля являются контрольные работы (УК-6.1-З1, УК-6.1-У1, УК-6.1-В1).

Ниже представлены образцы билетов для контрольных работ в письменной форме.

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

Новотроицкий филиал

Кафедра металлургических технологий и оборудования

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

БИЛЕТ № 0

Дисциплина: «Теплотехника»

Направление: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Форма обучения: очная

Форма проведения контрольной работы: письменная

1. Понятие топлива. Дайте классификацию топлива по происхождению и агрегатному состоянию. Опишите химический состав различных видов топлива.

Задача 1. Определите состав горючей массы угля по следующим данным:  $C_p=50\%$ ,  $H_p=4\%$ ,  $S_p=6\%$ ,  $O_p=10\%$ ,  $N_p=1\%$ ,  $AC=26\%$ ,  $WP=5\%$ .

Задача 2. Определите высшую теплоту сгорания горючей и сухой массы угля марки Г, если известны следующие величины: низшая теплота сгорания рабочей массы  $=26600$  кДж/кг;  $H_p=4,6\%$ ;  $A_p=25\%$ ;  $W_p=10\%$ .

Задача 3. Определите количество продуктов сгорания при горении 4 м<sup>3</sup> топлива, состоящего из 90% CH<sub>4</sub>, 3% CO<sub>2</sub> и 7% N<sub>2</sub>, если коэффициент избытка воздуха 1,11.

Составил: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Новотроицкий филиал

Кафедра металлургических технологий и оборудования

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

БИЛЕТ № 0

Дисциплина: «Теплотехника»

Направление: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Форма обучения: очная

Форма проведения контрольной работы: письменная

1. Рекуперативные теплообменники. Дать общую характеристику тепловой работы рекуператоров. Описать их преимущества и недостатки.

2. Методические печи с шагающим подом. Описать конструкцию, назначение, особенности работы, преимущества и недостатки.

Задача 1. Определить площадь поверхности теплообмена рекуперативного водовоздушного теплообменника при прямоточной схеме движения теплоносителей, если массовый расход воздуха 15 кг/с, средний коэффициент



теплопередачи от воздуха к воде 27 Вт/(м<sup>2</sup>.оС), начальная температура воздуха 480 оС, конечная температура воздуха 200 оС, начальная температура воды 30 оС, конечная температура воды 100 оС.

Задача 2. В противоточном пароводяном теплообменнике вода нагревается паром от температуры 20 оС до 65 оС. В результате интенсификации теплообмена температура подогрева воды повысилась до 70 оС при неизменном расходе воды 2 кг/с. Определить, на сколько увеличился коэффициент теплопередачи при неизменной площади теплообменной поверхности.

Составил: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой МТиО \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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: очная

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> СО? Ответ округлите до целых значений.
- 3) Чему будет равна низшая теплота сгорания рабочей массы газообразного топлива следующего состава: СН<sub>4</sub>р =70 %, СОр=15 %, Н<sub>2</sub>р=5 %, N<sub>2</sub> р=10 %. Ответ округлите до целых значений.

#### 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.

В системе оценки знаний, умений и навыков по результатам проведения контрольных работ в письменной форме используются следующие критерии:

Оценка "отлично" ставится за полное овладение содержанием учебного материала, владение понятийным аппаратом, умение решать практические задачи, логичное изложение ответа.

Оценка "хорошо" ставится, если студент полно освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют некоторые неточности.

Оценка "удовлетворительно" ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач.

Оценка "неудовлетворительно" ставится, если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач; за полное незнание и непонимание учебного материала.

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 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 контрольных работ и ответов на экзамене, проводимых 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 ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ,

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
---------------------	----------	------------------------------	--------

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
Л1.1	Н.Г. Куницина	Теплотехника металлургических печей: Учебное пособие	Новотроицк: НФ НИТУ МИСиС, 2015, <a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=10575">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=10575</a>	5

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
Л2.1	Под ред. В.А.Кривандина	Теплотехника металлургического производства: Учеб. пособие в 2-х т	М.: МИСиС, 2002, <a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=3466">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=3466</a> <a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=3516">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=3516</a>	26

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год, эл. адрес	Кол-во
Л3.1	Н.Г. Куницина	Теплотехника: Лабораторный практикум	Новотроицк: НФ НИТУ "МИСиС", 2017, <a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12141">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12141</a>	0
Л3.2	Н.Г. Куницина	Расчет горения топлива: Методические указания для выполнения домашнего задания	Новотроицк: НФ НИТУ "МИСиС", 2018, <a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12137">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12137</a>	5

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	КиберЛенинка
Э2	Нф НИТУ "МИСиС"
Э3	Российская научная электронная библиотека
Э4	НЭБ НИТУ "МИСиС"

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	1. Microsoft Office;
6.3.1.2	2. Операционная система Windows;
6.3.1.3	3. Электронный образовательный ресурс LMS Canvas;
6.3.1.4	4. Система видеоконференцсвязи Microsoft Teams или Zoom.

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)	
7.1	Для проведения лекций, практических занятий и промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные специализированной мебелью (парты, стулья, классная доска), персональным компьютером (с программным обеспечением, с доступом в сеть интернет и в электронно-информационную среду университета), мультимедийным оборудованием.
7.2	Для проведения лабораторных работ используется лаборатория Теплотехники, оснащенная учебной мебелью, лабораторным стендом "Теплотехника жидкости", лабораторным стендом "Тепловые процессы в газах".
7.3	Для выполнения домашнего задания, подготовки к лабораторным работам используется аудитория для самостоятельной работы, оснащенная учебной мебелью, компьютерами с программным обеспечением, с доступом в сеть интернет и в электронно-информационную среду университета.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ,

## ПРАКТИКИ, НИР

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 домашнего задания.

Домашнее задание 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 домашнего задания.

Оформленное в соответствии со стандартами домашнее задание сдается на кафедру Metallургических технологий и оборудования. Домашнее задание считается зачтенным, если оно проверено преподавателем, ведущим занятия, и имеет соответствующую запись о правильном его 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.

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.