

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:17

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Теплотехника

Закреплена за подразделением Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 6

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

21

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	21	21	21	21
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

ктн, доцент, Шатохин Константин Станиславович

Рабочая программа

Теплотехника

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Протокол от 20.06.2023 г., №08-22/23

Руководитель подразделения Торохов Геннадий Валерьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Научить понимать тепловые процессы, протекающие при производстве и обработке металлов и сплавов.
1.2	Применять знания о теплофизике металлургических процессов для анализа, расчета и оптимизации конструктивных и эксплуатационных параметров тепловых агрегатов, обеспечивающих высокое качество металлопродукции и энергосбережение при выполнении нормативов по защите окружающей среды.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Коррозия и защита металлов	
2.1.2	Литейное производство	
2.1.3	Металлургия цветных металлов	
2.1.4	Металлургия черных металлов	
2.1.5	Обработка металлов давлением	
2.1.6	Порошковая металлургия	
2.1.7	Математика	
2.1.8	Материаловедение	
2.1.9	Механика	
2.1.10	Теплофизика	
2.1.11	Учебная практика	
2.1.12	Учебная практика	
2.1.13	Учебная практика	
2.1.14	Учебная практика	
2.1.15	Учебная практика	
2.1.16	Учебная практика	
2.1.17	Учебная практика	
2.1.18	Электротехника и электроника	
2.1.19	Физика	
2.1.20	Физическая химия	
2.1.21	Инженерная и компьютерная графика	
2.1.22	Информатика	
2.1.23	Химия	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Научно-исследовательская работа	
2.2.2	Научно-исследовательская работа	
2.2.3	Научно-исследовательская работа	
2.2.4	Научно-исследовательская работа	
2.2.5	Научно-исследовательская работа	
2.2.6	Научно-исследовательская работа	
2.2.7	Научно-исследовательская работа	
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания

Знать:
ОПК-1-33 Конструкции и тепловую работу металлургических печей.
ОПК-1-32 Принципы составления теплового баланса металлургических печей .
ОПК-1-31 Закономерности протекания процессов генерации теплоты и её переноса в конкретных технологических агрегатах для получения и обработки различных металлов и сплавов
Уметь:
ОПК-1-У2 Рассчитывать процессы горения топлива в металлургических печах.
ОПК-1-У1 Рассчитывать тепловые балансы металлургических печей.
Владеть:
ОПК-1-В1 Анализ тепловой работы металлургических печей для производства металлов и сплавов и обработки металлов.

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
	Раздел 1. Генерация и утилизация теплоты							
1.1	Классификация топлива. Показатели качества топлива. Кинетический и диффузионный режимы горения топлива. Конструкции и схема выбора устройств для сжигания топлива. Тепловые эквиваленты сырьевых материалов шихты. Генерация тепла за счет электрической энергии /Лек/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1			
1.2	Виды вторичных энергоресурсов в металлургии и методы их использования. Способы утилизации теплоты дыма, характеристика теплообменных устройств. Конструкции и особенности тепловой работы регенераторов. Общая теория и расчет рекуператоров. Устройство и тепловая работа котлоутилизаторов /Лек/	6	2	ОПК-1-31	Л1.1Л2.1 Э1			
1.3	Расчет горения газообразного топлива /Пр/	6	2	ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.4	Расчет горения жидкого топлива /Пр/	6	2	ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.5	Теплогенерация за счет химической энергии сырья и топлива /Пр/	6	2	ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.6	Теплогенерация за счет электрической энергии /Пр/	6	2	ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.7	Определение теплоты сгорания газообразного топлива /Лаб/	6	2	ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			

1.8	Работа устройств для сжигания топлива /Лаб/	6	2	ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 2 Э1			
1.9	Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/	6	1	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1			
	Раздел 2. Конструкции и тепловая работа печей							
2.1	Создание научных основ теплотехники и промышленного печестроения. Классификация печей с энергетической точки зрения. Типовые режимы работы печей-теплообменников и печей-теплогенераторов. Основные показатели тепловой работы печей /Лек/	6	1	ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1			
2.2	Тепловой баланс печей и его использование для оценки эффективности работы печей. Классификация, физические и эксплуатационные свойства огнеупоров. Принципы выбора материала огнеупорной кладки. Огнеупорные растворы, массы, бетоны. Теплоизоляционные материалы. Строительные элементы печей /Лек/	6	2	ОПК-1-32 ОПК-1-33	Л1.1Л2.1 Э1			
2.3	Шахтные печи. Особенности теплообмена в слое. Конструкция и основные показатели работы доменных печей и шахтных печей цветной металлургии. Движение газов и шихты. Теплообмен в шахте, водяные эквиваленты кусковых материалов и газов. Типичное изменение температуры по высоте шахтной печи. Тепловые процессы в зоне фурм. Газогенераторной и топочный режимы работы шахтных печей цветной металлургии. Способы интенсификации тепловой работы шахтных печей /Лек/	6	2	ОПК-1-32 ОПК-1-33	Л1.1Л2.1 Э1			

2.4	Конструкция и тепловая работа конвертера черной металлургии. Перемешивание металла в конвертере, расчет глубины и диаметра. Конструкция и тепловая работа конвертера цветной металлургии. Периоды накопления и потребления теплоты при конвертировании медных штейнов /Лек/	6	2	ОПК-1-32 ОПК-1-33	Л1.1Л2.1 Э1			
2.5	Отражательные печи для плавки на штейн. Конструкция, тепловой и температурный режимы. Внешняя и внутренняя задачи теплообмена в отражательной печи. Теплотехнические основы рациональной технологии нагрева металла перед обработкой давлением. Тепловая работа и конструкции методических печей толкательного типа и с шагающими балками (подом). Реализация скоростного конвективного нагрева металла /Лек/	6	2	ОПК-1-32 ОПК-1-33	Л1.1Л2.1 Э1			
2.6	Характеристика основных печей для нагрева металла под термообработку. Конструкция печей для обжига сульфидных концентратов в кипящем слое. Основы аэродинамического расчета кипящего слоя. Тепловой и температурный режимы процесса обжига /Лек/	6	2	ОПК-1-32 ОПК-1-33	Л1.1Л2.1 Э1			
2.7	Принципы работы и конструкции трубчатых вращающихся печей. Схема теплообмена в печи, тепловой и температурный режимы нагрева сыпучих материалов. Электрические печи цветной металлургии: канальные и тигельные индукционные. Электронно-лучевые печи /Лек/	6	2	ОПК-1-32 ОПК-1-33	Л1.1Л2.1 Э1			
2.8	Рабочие и физические свойства огнеупоров и теплоизоляторов /Пр/	6	2	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			
2.9	Конструкции фундаментов, каркасов, сводов и ограждений металлургических печей /Пр/	6	1	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			
2.10	Конструкции плавильных печей /Пр/	6	2	ОПК-1-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			
2.11	Конструкции нагревательных и термических печей /Пр/	6	2	ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			

2.12	Расчет нагрева металла в методической печи /Пр/	6	2	ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			
2.13	Определение рабочих свойств огнеупорных материалов /Лаб/	6	2	ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э2			
2.14	Определение физических свойств огнеупорных материалов /Лаб/	6	2	ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э2			
2.15	Работа системы испарительного охлаждения /Лаб/	6	2	ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э2			
2.16	Составление теплового баланса нагревательной электрической печи /Лаб/	6	3	ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э2			
2.17	Перемешивание жидкого расплава в печах с барботирующим слоем /Лаб/	6	2	ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э2			
2.18	Работа фильтра с трубой Вентури /Лаб/	6	2	ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э2			
2.19	Выполнение тестов в LMS Canvas /Ср/	6	10	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1 Э2		КМ2	
2.20	Решение задач /Ср/	6	10	ОПК-1-У1 ОПК-1-У2	Л1.1Л2.1 Э2			Р1

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	Экзамен	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	<p>Вопросы для самоподготовки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные виды топлива и их характеристика. Состав и теплота сгорания топлива. Условное топливо 2. Кинетическое горение топлива. Факел и фронт пламени. Коэффициент расхода воздуха 3. Диффузионное горение топлива 4. Расчет горения топлива 5. Классификация, конструкции, принцип работы и схема выбора устройств для сжигания топлива 6. Теплогенерация за счет выгорания примесей металла и шихты. Тепловой и топливный эквиваленты шихты 7. Выбор электронагревателей и схема их расчета 8. Классификация огнеупорных материалов 9. Физические свойства огнеупоров 10. Рабочие свойства огнеупоров 11. Неформованные огнеупорные и теплоизоляционные материалы 12. Элементы конструкции металлургических печей: фундамент, каркас, футеровка, водоохлаждаемые элементы, технологические отверстия 13. Классификация печей по энергетическому признаку 14. Температурный и тепловой режимы работы печи. Производительность печи. Удельный расход топлива и электроэнергии 15. Коэффициент полезного теплоиспользования, коэффициент использования топлива 16. Тепловой баланс печи. Статьи прихода теплоты 17. Тепловой баланс печи. Статьи расхода теплоты 18. Виды вторичных энергоресурсов и методы их использования. Способы утилизации теплоты дыма 19. Металлические радиационные рекуператоры: конструкции и основные характеристики 20. Металлические конвективные рекуператоры: конструкции и основные характеристики 21. Керамические рекуператоры: конструкции и основные характеристики 22. Общая теория и расчет рекуператоров 23. Устройство и работа котлов-утилизаторов 24. Способы очистки технологических газов металлургического производства 25. Конструкция и тепловая работа доменной печи 26. Конструкция и тепловая работа шахтной печи цветной металлургии 27. Конструкция и тепловая работа отражательной печи 28. Конструкция и тепловая работа конвертера черной металлургии 29. Конструкция и тепловая работа конвертера цветной металлургии 30. Методическая печь черной металлургии. Конструкция и тепловая работа 31. Методическая печь цветной металлургии. Конструкция и тепловая работа 32. Колпаковая печь для отжига распушенных рулонов. Конструкция и тепловая работа 33. Колпаковая печь для светлого отжига листов. Конструкция и тепловая работа 34. Вращающаяся печь для нагрева сыпучих материалов. Конструкция и тепловая работа 35. Печь для обжига материала в кипящем слое. Конструкция и тепловая работа 36. Электрические печи цветной металлургии. Конструкции и тепловая работа
-----	---------	---	--

KM2	тест	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33	<p>Примеры контрольных вопросов теста:</p> <p>1) Типовые тепловые режимы работы печей: радиационный; конвективный; индуктивный; гидравлический; электрический.</p> <p>2) Для условного топлива низшая теплота сгорания составляет 26,3 МДж/кг; 29,3 МДж/кг; 30 МДж/кг; 35,5 МДж/кг; 25 МДж/кг;</p> <p>3) Конечные продукты шахтной плавки: черновой металл; чистой металл; штейн; шамот; шпейза.</p> <p>4) Сущность скоростного конвективного (ударного) нагрева заготовок в проходных нагревательных печах. Обеспечивает высокий коэффициент теплоотдачи конвекцией. Используют обычные двухпроводные горелки. Происходит разрушение теплового пограничного слоя. Высокотемпературный дым с большой скоростью направляют на поверхность нагреваемых заготовок. Используют инжекционные горелки.</p> <p>5) Почему необходимо поддерживать определенный градиент температуры по глубине шлаковой ванны отражательной печи? От перепада температур по глубине шлаково-штейновой ванны зависит скорость плавления шихты на откосах. Средняя температура шлака влияет на скорость разделения продуктов плавки; чем она выше, тем меньше вязкость шлака и выше скорость осаждения капель штейна. Рост температуры на границе штейн-шлак способствует интенсификации обратной диффузии штейна в шлак, так что эта температура не должна быть слишком высокой. Нерасплавленная шихта в шлаково-штейновой ванне увеличит вязкость шлака, что приведет к застреванию в нем газовых пузырей. Чрезмерное количество загруженной шихты может привести к ее сползанию в расплав до расплавления, что сделает температурный режим ванны неуправляемым.</p>
-----	------	----------------------------	--

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
P1	Расчетная работа	ОПК-1-У1;ОПК-1-У2	Примеры задач и их решение приведены в приложении

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

Экзамен проводится по расписанию, сформированному учебным отделом, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. Расписание экзаменов доводится до сведения студентов не менее чем за две недели до начала экзаменационной сессии. По данной дисциплине экзамен проводится в устной форме и студентам на экзамене предоставляется право выбрать один из билетов. Время подготовки к ответу составляет 45 минут. По истечении установленного времени студент должен ответить на вопросы экзаменационного билета.

Экзамен принимается преподавателем - ведущим лектором при условии выполнения студентом всех контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине (сведения фиксируются допуском).

Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов (образец в Приложении)

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

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме экзамена.

Для получения допуска к экзамену необходимо выполнение тестов на LMS Canvas (балльная система оценивания, необходимо получить не менее 3 баллов).

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие знания в объёме пройденной программы, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, в полном объёме отвечает на вопросы.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твёрдые и достаточно полные знания в объёме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, чётко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объёме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности вопроса, не умеет применять знания на практике, даёт неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Арутюнов Владимир Александрович, Крупенников Сергей Алексеевич, Сборщиков Глеб Семенович	Теплофизика и теплотехника. Теплофизика: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кривандин В. А., Белюсов В. В., Сборщиков Г. С., др.	Т.2: Конструкция и работа печей	Электронная библиотека	, 2002

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Сборщиков Глеб Семенович, Крупенников Сергей Алексеевич	Теплотехника: расчет и конструирование элементов промышленных печей: Учебно-метод. пособие	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004
Л3.2	Арутюнов Владимир Александрович, Капитанов Виктор Анатольевич, Левицкий Игорь Анисимович, Шибалов Сергей Николаевич	Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Механика жидкостей и газов: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л3.3	Арутюнов Владимир Александрович, Капитанов Виктор Анатольевич, Левицкий Игорь Анисимович, Шибалов Сергей Николаевич	Теплофизика, теплотехника, теплообмен: Тепломассоперенос. Топливо и огнеупоры. Тепловая работа печей: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
Э1	Курс "Теплотехника" в LMS Canvas	https://lms.misis.ru/enroll/HX3FCF
Э2	Электронные ресурсы МИСиС	http://lib.misis.ru/links.html
6.3 Перечень программного обеспечения		
П.1	Microsoft Office	
П.2	LMS Canvas	
П.3	MS Teams	
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных		
И.1	Электронные ресурсы МИСиС http://lib.misis.ru/links.html	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
A-416	Учебная аудитория	лабораторная установка для определения стационарного теплового режима в цилиндрической стенке, лабораторная установка для определения коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции на обогреваемом цилиндре, лабораторная установка для определения регулярного теплового режима, лабораторная установка для определения плотности и газопроницаемости огнеупорных материалов, лабораторная установка для изучения течения жидкости в трубе, лабораторная установка для исследования уравнения Бернулли, лабораторная установка для определения гидравлического коэффициента трения при движении воздуха в трубе, лабораторная установка для определения коэффициентов местных сопротивлений, лабораторная установка для исследования работы модели инжекционной горелки
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Назначение дисциплины «Теплотехника» - дать теплотехническое образование бакалаврам, позволяющее рациональным образом организовать протекание технологических процессов в различных тепловых агрегатах черной и цветной металлургии, ознакомить студентов с основными направлениями энергосбережения и энергоэффективности. Данная учебный курс носит практико-ориентированный характер и представляет самостоятельную дисциплину.

Для успешного освоения дисциплины обучающемуся необходимо:

1. Посещать все виды занятий.
2. Своевременно зарегистрироваться на рекомендованные электронные ресурсы - LMS Canvas и MS Teams.
3. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации работы своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).
4. Иметь доступ к компьютеру, подключенному к сети Интернет.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации на LMS Canvas.