

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 и экодизайн металлургических печей

Закреплена за подразделением Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

10 ЗЕТ

Часов по учебному плану

360

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

136

курсовая работа 7

самостоятельная работа

152

часов на контроль

72

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	68	68	68	68
Лабораторные	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	136	136	136	136
Контактная работа	136	136	136	136
Сам. работа	152	152	152	152
Часы на контроль	72	72	72	72
Итого	360	360	360	360

Программу составил(и):

к.тн, доцент, Шатохин Константин Станиславович

Рабочая программа

Теплотехника и экодизайн металлургических печей

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 методам анализа и синтеза систем автоматического контроля и управления технологическими процессами на основе изучения теории автоматического регулирования и управления.
1.2	Научить методам математического описания элементов систем автоматического управления, изучить их конструкции и принцип действия.
1.3	В результате освоения дисциплины студенты смогут:
1.4	- составлять математическое описание и определять статические и динамические характеристики объектов и элементов систем автоматического контроля и управления;
1.5	- выполнять анализ устойчивости переходных процессов и анализ качества регулирования объектов;
1.6	- производить расчет и выбор датчиков, регуляторов, регулирующих органов и исполнительных механизмов;
1.7	- разрабатывать контуры регулирования систем автоматики.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Металлургия алюминия и магния	
2.1.2	Обогащение руд	
2.1.3	Оборудование для процессов порошковой металлургии	
2.1.4	Оборудование и технологии сталеплавильных цехов	
2.1.5	Основы минералогии и петрографии	
2.1.6	Прикладная кристаллография	
2.1.7	Проектирование технологии изготовления отливок	
2.1.8	Производство стали в конвертерах	
2.1.9	Процессы формования и спекания металлических порошков	
2.1.10	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением	
2.1.11	Рециклинг металлов	
2.1.12	Теория индустриальных процессов деформационной обработки металлов и сплавов	
2.1.13	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента	
2.1.14	Технология литейного производства	
2.1.15	Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов	
2.1.16	Инженерные расчеты в металлургии	
2.1.17	Методы исследования свойств металлов и сплавов	
2.1.18	Организация и математическое планирование эксперимента	
2.1.19	Органическая химия в металлургии	
2.1.20	Основы пиро- и гидрометаллургического производства	
2.1.21	Основы теории литейных процессов	
2.1.22	Потребительские свойства металлургической продукции	
2.1.23	Процессы получения металлических порошков	
2.1.24	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий	
2.1.25	Теория обработки металлов давлением и физические основы пластической деформации	
2.1.26	Термодинамика и кинетика металлургических процессов	
2.1.27	Технологические измерения и приборы	
2.1.28	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов	
2.1.29	ARTCAD	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Закономерности и механизмы формирования материалов в аддитивных технологиях	
2.2.2	Закономерности, механизмы и диагностика процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза	
2.2.3	Информационные технологии управления металлургическими печами	
2.2.4	Конструирование литейной оснастки, раздел 2	
2.2.5	Логистика вторичных ресурсов	
2.2.6	Металловедение, часть 2	
2.2.7	Металлургия благородных металлов	

2.2.8	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов
2.2.9	Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ
2.2.10	Модельное производство
2.2.11	Огнеупоры металлургического производства
2.2.12	Основы промышленного дизайна и ювелирного дела
2.2.13	Пористые порошковые материалы. Порошковые материалы для узлов трения. Порошковые алмазосодержащие материалы.
2.2.14	Производственная практика
2.2.15	Производственная практика
2.2.16	Производственная практика
2.2.17	Производственная практика
2.2.18	Производственная практика
2.2.19	Производственная практика
2.2.20	Производственная практика
2.2.21	Производство отливок из стали и чугуна
2.2.22	Производство тяжелых цветных металлов
2.2.23	Производство ферросплавов
2.2.24	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.25	Технологические линии и комплексы ОМД
2.2.26	Физико-механические свойства металлов
2.2.27	Химия окружающей среды
2.2.28	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.29	Защитные покрытия на металлопродукции
2.2.30	Информационные технологии в деформационной обработке металлов
2.2.31	Комплексное использование сырья и техногенных материалов
2.2.32	Конструкционные порошковые материалы общемашиностроительного и специального назначения
2.2.33	Материаловедение и термообработка металлов и сплавов
2.2.34	Материаловедение неметаллических материалов
2.2.35	Методы исследования технологических процессов и оборудования
2.2.36	Методы оценки качества и исследования металлургических свойств техногенного сырья и вторичных ресурсов
2.2.37	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.38	Наилучшие доступные технологии в металлургии
2.2.39	Оборудование литейных цехов
2.2.40	Основы аддитивных технологий
2.2.41	Основы процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза
2.2.42	Охрана труда и промышленная безопасность
2.2.43	Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов
2.2.44	Производство благородных металлов
2.2.45	Производство легких металлов
2.2.46	Производство отливок из сплавов цветных металлов
2.2.47	Производство редких металлов
2.2.48	Производство слитков из сплавов цветных металлов
2.2.49	Современные методы исследования металлических материалов
2.2.50	Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования
2.2.51	Специальные способы литья
2.2.52	Теория металлургических процессов
2.2.53	Термодинамические расчеты и анализ фазовых диаграмм многокомпонентных систем
2.2.54	Технологии защиты оборудования и металлопродукции от коррозии
2.2.55	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.2.56	Технология композиционных материалов
2.2.57	Экология металлургического производства
2.2.58	Автоматизация машин и агрегатов ОМД
2.2.59	Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов
2.2.60	Дизайн литого изделия

2.2.61	Инновационные технологии и оборудование ферросплавного производства
2.2.62	Комплексное использование сырья и отходов глиноземной промышленности
2.2.63	Компьютерное проектирование и инжиниринг
2.2.64	Материаловедческие основы производства твердых сплавов
2.2.65	Методы аттестации наноструктурированных поверхностей
2.2.66	Моделирование технологических процессов
2.2.67	Мониторинг работы металлургического предприятия
2.2.68	Основы теории сварки и пайки литых изделий
2.2.69	Особенности получения высокоточных отливок
2.2.70	Отливки для металлургической и горнодобывающей отраслей
2.2.71	Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы
2.2.72	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов
2.2.73	Производство прямовосстановленного железа
2.2.74	Промышленная экология и технологии декарбонизации
2.2.75	Разливка стали и спецэлектрометаллургия
2.2.76	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов
2.2.77	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства меди, никеля и сопутствующих элементов
2.2.78	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.2.79	СВС-технологии получения неорганических материалов
2.2.80	Современные производственные технологии
2.2.81	Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы
2.2.82	Технология промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов
2.2.83	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.2.84	Экодизайн и зеленые технологии
2.2.85	Экология литейного производства
2.2.86	Автоматизация процессов экстракции
2.2.87	Аддитивные технологии в литейном производстве
2.2.88	Аффинаж благородных металлов
2.2.89	Дефекты в отливках, способы выявления и устранения
2.2.90	Инженерия биоповерхностей
2.2.91	Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов
2.2.92	Конструирование и моделирование металлических материалов
2.2.93	Материалы на основе углерода
2.2.94	Металловедение, часть 3
2.2.95	Металлургические методы переработки промышленных и бытовых отходов
2.2.96	Методы и инструменты бережливого производства
2.2.97	Моделирование литейных процессов
2.2.98	Обеспечение единства измерений трибологических и механических свойств
2.2.99	Оборудование и технологии специальной электрометаллургии
2.2.100	Обращение со шлаками и шламами
2.2.101	Планирование эксперимента
2.2.102	Разработка и реализация предпринимательских проектов
2.2.103	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства алюминия и магния
2.2.104	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства редкоземельных и радиоактивных металлов
2.2.105	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства свинца, цинка и сопутствующих элементов
2.2.106	Совмещенные процессы деформационно-термической обработки
2.2.107	Современные методы металлургии и машиностроения
2.2.108	Современные технологические решения в деформационной обработке металлов и сплавов
2.2.109	Термодинамические расчеты многокомпонентных диаграмм состояния
2.2.110	Техногенное сырье и вторичные ресурсы
2.2.111	Технологические основы аддитивного производства и специальной электрометаллургии
2.2.112	Технология производства твердых сплавов
2.2.113	Экологическая экспертиза

2.2.114	Научно-исследовательская работа
2.2.115	Научно-исследовательская работа
2.2.116	Научно-исследовательская работа
2.2.117	Научно-исследовательская работа
2.2.118	Научно-исследовательская работа
2.2.119	Научно-исследовательская работа
2.2.120	Научно-исследовательская работа
2.2.121	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.122	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.123	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.124	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.125	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.126	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.127	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов

Знать:

ПК-1-31 методы планирования и проведения физических экспериментов, обработки их результатов и оценивания погрешности.

ПК-3: Способен разрабатывать предложения по внедрению в производство новой техники и технологий

Уметь:

ПК-3-У1 рассчитывать и анализировать процессы внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения;

ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов

Уметь:

ПК-1-У1 планировать и проводить теплофизические эксперименты, обрабатывать их результаты и оценивать погрешности.

Владеть:

ПК-1-В1 опытом выполнения элементов исследовательских работ;

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. Основы теории автоматического управления							
1.1	Статические и динамические характеристики элементов и систем управления. Переходные процессы. Дифференциальные уравнения элементов и систем. Передаточные функции /Лек/	7	8	ПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1			
1.2	Типовые возмущающие воздействия. Переходная функция, функция веса. Реакция системы на гармонические колебания. Частотные характеристики /Лек/	7	10	ПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1			

1.3	Типовые динамические звенья: пропорциональное, апериодическое 1-го и 2-го порядков, колебательное, интегрирующее, дифференцирующее, чистого запаздывания /Лек/	7	8	ПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1			
1.4	Соединение звеньев САР: последовательное, параллельное, встречно-параллельное. Возмущение по нагрузке и заданию /Лек/	7	8	ПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1			
1.5	Понятие устойчивости систем регулирования. Определение устойчивости по корням характеристического уравнения. Частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста /Лек/	7	6	ПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1			
1.6	Показатели качества переходных процессов. Прямые и косвенные методы анализа качества регулирования /Лек/	7	6	ПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1			
1.7	Расчет статических характеристик линейных и нелинейных объектов /Пр/	7	3	ПК-1-У1	Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1			
1.8	Расчет реакции элементов САР на типовые входные воздействия и входные воздействия произвольного вида /Пр/	7	3	ПК-1-У1	Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1			
1.9	Анализ устойчивости переходных процессов в САР с применением алгебраических и частотных критериев /Пр/	7	2	ПК-1-У1	Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1			
1.10	Расчет показателей качества переходных процессов в САР /Пр/	7	3	ПК-1-У1	Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1			
1.11	Определение статических характеристик объекта по данным нормальной эксплуатации /Лаб/	7	3	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
1.12	Экспериментальные методы определения динамических характеристик объекта по данным нормальной эксплуатации /Лаб/	7	3	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
1.13	Определение частотных характеристик объекта /Лаб/	7	3	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
1.14	Выполнение тестов и решение задач в LMS Canvas /Ср/	7	55	ПК-1-В1 ПК-3-У1	Л1.1Л2.2 Э1			
	Раздел 2. Элементы систем автоматики							

2.1	Классификация элементов систем автоматики. Нормирующие преобразователи, их назначение, принцип действия, конструкции. Квантование и дискретизация аналоговых сигналов. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1			
2.2	Законы регулирования, методы их формирования и структурные схемы реализации. Регулирующие микропроцессорные контроллеры: основные функции, модули, организация связей с объектом управления /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1			
2.3	Исполнительные механизмы: принцип действия, конструкции, основные характеристики. Регулирующие органы: шиберы, заслонки, клапаны. Синтез систем автоматического регулирования /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1			
2.4	Выбор регулятора и построение переходных процессов /Пр/	7	4	ПК-3-У1	Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1			
2.5	Расчет настроек регулятора с обоснованием выбора исходных данных для заданного контура регулирования /Пр/	7	4	ПК-3-У1	Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1			
2.6	Автоматический оперативный контроль состава металла /Лаб/	7	3	ПК-3-У1	Л1.1Л2.2Л3. 2 Э1			
2.7	Выполнение тестов и решение задач в LMS Canvas /Ср/	7	45	ПК-3-У1	Л1.1Л2.2 Э1			
	Раздел 3. Автоматизация промышленных печей							
3.1	Изображение приборов и средств автоматизации на схемах автоматизации. Графическое оформление схем. Разработка проектной документации. Монтаж и наладка систем автоматизации /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.2	Автоматическое регулирование температуры, горения топлива, давления в рабочем пространстве печи. Регулирование расхода и давления жидких и газообразных потоков /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.3	Автоматизация доменных печей /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			

3.4	Автоматизация кислородных конвертеров. Автоматизация дуговых сталеплавильных печей /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.5	Автоматизация машин непрерывного литья заготовок /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.6	Автоматизация проходных нагревательных печей: методических, секционных, кольцевых, роликовых /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.7	Автоматизация термических колпаковых и камерных печей /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.8	Автоматизация протяжных печей для термической и термохимической обработки полосового металла /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.9	Составление структурных и функциональных схем автоматизации /Пр/	7	4	ПК-3-У1	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			
3.10	Автоматизация управления сталеплавильными процессами /Пр/	7	3	ПК-3-У1	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			
3.11	Автоматизация управления нагревательными печами /Пр/	7	4	ПК-3-У1	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			
3.12	Автоматизация управления термическими печами /Пр/	7	4	ПК-3-У1	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			
3.13	Исследование переходных процессов в системе двухпозиционного регулятора /Лаб/	7	4	ПК-1-У1 ПК-1 -В1	Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1			
3.14	Исследование переходных процессов в системе трехпозиционного регулятора /Лаб/	7	4	ПК-1-У1 ПК-1 -В1	Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1			
3.15	Исследование оптимальных и самонастраивающихся систем /Лаб/	7	4	ПК-1-У1 ПК-1 -В1	Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1			
3.16	Исследование системы регулирования температуры печи с использованием двухсенсорной системы контроля действительной температуры металла /Лаб/	7	4	ПК-1-У1 ПК-1 -В1	Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1			
3.17	Исследование замкнутой системы регулирования с применением микропроцессорного регулятора типа SIMATIC /Лаб/	7	4	ПК-1-У1 ПК-1 -В1	Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1			
3.18	Синтез систем автоматического регулирования /Лаб/	7	2	ПК-1-У1 ПК-1 -В1	Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1			
3.19	Выполнение тестов и решение задач в LMS Canvas /Ср/	7	52	ПК-3-У1	Л1.2Л2.2 Э1			

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	ПК-3-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разновидности автоматизации: контроль, регулирование и управление. Системы автоматического регулирования и автоматизированные системы управления 2. Основные этапы развития систем автоматизации 3. Технические, экономические и социальные аспекты автоматизации 4. Понятие статической характеристики элемента и системы управления. Виды статических характеристик 5. Получение дифференциальных уравнений элементов и систем управления. Решение дифференциальных уравнений с использованием интегральных преобразований. Передаточные функции систем управления и их элементов 6. Типовые возмущающие воздействия для изучения переходных процессов в системах управления. Кривая разгона и функция веса 7. Частотные характеристики: амплитудно-частотная, фазо-частотная и амплитудно-фазовая. Алгебраическая и показательная форма представления амплитудно-фазовой характеристики 8. Понятие типовых динамических звеньев, их свойства. Звено чистого запаздывания: дифференциальное уравнение, передаточная функция, временная и частотная характеристики, пример 9. Статические звенья: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики, примеры 10. Астатические звенья: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики, примеры 11. Дифференцирующие звенья: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики, примеры 12. Расчет передаточной функции при последовательном, параллельном и встречно-параллельном соединении звеньев 13. Понятие разомкнутых и замкнутых систем автоматического регулирования. Расчет передаточных функций 14. Возмущения по нагрузке и по заданию в системах автоматического регулирования. Расчет передаточных функций 15. Понятие устойчивости систем автоматического регулирования. Определение устойчивости по корням характеристического уравнения

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

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде контрольных тестовых вопросов.

Примеры контрольных вопросов:

1 вопрос (ПК-3.1-В1): Примером аperiodического звена первого порядка является

- + рекуператор, если входная величина - температура дыма, а выходная величина - температура подогрева воздуха;
- рычаг (без учета прогиба), если входная величина - перемещение или усилие на одном конце рычага, а выходная величина - перемещение или усилие на другом конце;
- теплоотдача конвекцией от движущегося газа к стенке, если $x_{ВХ}$ - разность температур газа и стенки, а $x_{ВЫХ}$ - количество отдаваемого тепла;
- + последовательное соединение двух пневматических емкостей, если $x_{ВХ} = P_{ПИТ}$, а $x_{ВЫХ} = P$ - давление во второй емкости;
- нагрев тела, помещенного в среду с температурой t_C за счет конвекции, если $x_{ВХ} = t_C$, $x_{ВЫХ} = t_M$ - средняя температура тела.

2 вопрос (ПК-1.2-В1): Преобразователи для измерения усилий

- применяют в комплекте с пирометрами;
- используют в комплекте с термометром сопротивления;
- + работают в комплекте с деформационными приборами для измерения давления;
- используют при необходимости сочетать в одном комплексе электрические и пневматические средства контроля и управления;
- применяют для усиления маломощных сигналов измерительной информации.

3 вопрос (ПК-3.1-У1): В качестве величины регулирующего воздействия рассматривается

- абсолютное перемещение регулирующего органа;
- абсолютное перемещение выходного вала исполнительного механизма;
- + относительное перемещение регулирующего органа;
- + относительное перемещение выходного вала исполнительного механизма;
- отклонение регулируемой величины от заданного значения.

4 вопрос (ПК-3.1-31): Величина избыточного давления в рабочем пространстве печей составляет в среднем

- 5-10 Па;
- 100-500 Па;
- + 40-100 Па;
- 10-100 кПа;
- 40-100 кПа.

5 вопрос (ПК-3.1-У1, ПК-1.2-У1): При автоматизации электрического режима дуговой сталеплавильной печи (ДСП) использование непосредственно измеряемой мощности в качестве регулируемой величины нецелесообразно, потому что

- подводимая мощность обусловлена не только силой тока, но и другими факторами;
- + зависимость подводимой мощности от силы тока имеет экстремальный характер;
- агрегат характеризуется большим запаздыванием по каналу регулирования сила тока – подводимая мощность;
- отсутствуют надежные измерители мощности, подводимой к печи;
- чем выше коэффициент мощности $\cos \varphi$, тем больше мощность электрических потерь.

Примеры задач приведены в приложении

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

Экзамен сдается магистрантом в устной форме и заключается в ответах на вопросы преподавателя.

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 объеме пройденной программы, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, в полном объеме отвечает на вопросы.

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

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме 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	Бердышев Валерий Федорович, Шатохин Константин Станиславович	Основы автоматизации технологических процессов очистки газов и воды: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л1.2	Чибизова Светлана Игоревна, Шатохин Константин Станиславович, Беленький Анатолий Матвеевич	Методы экспериментального исследования теплофизических процессов (N 3558): курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Беленький А. М., Бердышев В. Ф., Блинов О. М., др.	Автоматическое управление металлургическими процессами: Учебник для вузов по спец. 'Теплофизика, автоматизация и экология тепловых агрегатов в металлургии'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1989
Л2.2	Каганов В. Ю., Глинков Г. М., Климовицкий М. Д., Климушкин А. К., Глинков Г. М.	Основы теории и элементы систем автоматического регулирования: Учебник для вузов по спец. 'Теплотехника и автоматизация металлург. печей'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Поляков С. И.	Автоматика и автоматизация производственных процессов: учебное пособие	Электронная библиотека	Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2007
Л3.2	Беленький Анатолий Матвеевич, Бурсин Александр Николаевич, Кадушкин Антон Викторович, др.	Автоматизация печей и систем очистки газов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Курс "Основы теории автоматического управления промышленными печами" в LMS Canvas	https://lms.misis.ru/enroll/XEBB8P
----	---	---

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, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
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, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
A-405	Лаборатория	лабораторная установка для поверки и градуировки контактных термометров, лабораторная установка для поверки и градуировки высокотемпературных термоэлектрических преобразователей, лабораторная установка для градуировки пирометров излучения, лабораторная установка для контроля действительной температуры металла в печи с использованием двух сенсоров, лабораторная установка для контроля температуры жидкого металла, лабораторная установка для контроля температуры металла ИК-термопарой и пирометрами излучения, лабораторная установка для контроля температуры поверхности сложных объектов
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.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

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.