

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 15.11.2023 15:13:16

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)

# Автоматизация процессов экстракции

Закреплена за подразделением Кафедра энергоэффективных и ресурсосберегающих промышленных технологий

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 11

аудиторные занятия

119

самостоятельная работа

25

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	<b>11 (6.1)</b>		Итого	
	18			
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	68	68	68	68
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	119	119	119	119
Контактная работа	119	119	119	119
Сам. работа	25	25	25	25
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*к.тн, доцент, Шатохин Константин Станиславович*

Рабочая программа

**Автоматизация процессов экстракции**

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.20
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Автоматизация машин и агрегатов ОМД	
2.1.2	Диагностика и экспертиза коррозионных разрушений металлов	
2.1.3	Дизайн литого изделия	
2.1.4	Инновационные технологии и оборудование ферросплавного производства	
2.1.5	Комплексное использование сырья и отходов глиноземной промышленности	
2.1.6	Компьютерное проектирование и инжиниринг	
2.1.7	Материаловедческие основы производства твердых сплавов	
2.1.8	Методы аттестации наноструктурированных поверхностей	
2.1.9	Моделирование технологических процессов	
2.1.10	Мониторинг работы металлургического предприятия	
2.1.11	Основы теории сварки и пайки литых изделий	
2.1.12	Особенности получения высокоточных отливок	
2.1.13	Отливки для металлургической и горнодобывающей отраслей	
2.1.14	Порошковые материалы для электротехнической промышленности. Тугоплавкие порошковые материалы	
2.1.15	Прикладная термодинамика и кинетика металлургических процессов	
2.1.16	Производственная практика	
2.1.17	Производственная практика	
2.1.18	Производственная практика	
2.1.19	Производственная практика	
2.1.20	Производственная практика	
2.1.21	Производственная практика	
2.1.22	Производственная практика	
2.1.23	Производство прямовосстановленного железа	
2.1.24	Промышленная экология и технологии декарбонизации	
2.1.25	Разливка стали и спецэлектрометаллургия	
2.1.26	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства благородных металлов	
2.1.27	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства меди, никеля и сопутствующих элементов	
2.1.28	Ресурсо- и энергосберегающие технологии производства тугоплавких и рассеянных редких металлов	
2.1.29	СВС-технологии получения неорганических материалов	
2.1.30	Современные производственные технологии	
2.1.31	Теплоэнергетика и вторичные энергоресурсы	
2.1.32	Технология промышленных процессов деформационной обработки металлов и сплавов	
2.1.33	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД	
2.1.34	Экодизайн и зеленые технологии	
2.1.35	Экология литейного производства	
2.1.36	Защитные покрытия на металлопродукции	
2.1.37	Комплексное использование сырья и техногенных материалов	
2.1.38	Материаловедение и термообработка металлов и сплавов	

2.1.39	Материаловедение неметаллических материалов
2.1.40	Методы исследования технологических процессов и оборудования
2.1.41	Методы оценки качества и исследования металлургических свойств техногенного сырья и вторичных ресурсов
2.1.42	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.1.43	Оборудование литейных цехов
2.1.44	Основы аддитивных технологий
2.1.45	Основы процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза
2.1.46	Охрана труда и промышленная безопасность
2.1.47	Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов
2.1.48	Производство благородных металлов
2.1.49	Производство отливок из сплавов цветных металлов
2.1.50	Производство редких металлов
2.1.51	Производство слитков из сплавов цветных металлов
2.1.52	Современные методы исследования металлических материалов
2.1.53	Современные процессы в металлургии и материаловедении и методы их исследования
2.1.54	Теория металлургических процессов
2.1.55	Технологии защиты оборудования и металлопродукции от коррозии
2.1.56	Технология композиционных материалов
2.1.57	Экология металлургического производства
2.1.58	Информационные технологии управления металлургическими печами
2.1.59	Конструирование литейной оснастки, раздел 2
2.1.60	Металлургия благородных металлов
2.1.61	Основы промышленного дизайна и ювелирного дела
2.1.62	Пористые порошковые материалы. Порошковые материалы для узлов трения. Порошковые алмазосодержащие материалы.
2.1.63	Производство ферросплавов
2.1.64	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД
2.1.65	Современные инструментальные методы и средства контроля параметров работы металлургических агрегатов
2.1.66	Компьютерное проектирование процессов и технологий ОМД
2.1.67	Конструирование литейной оснастки, раздел 1
2.1.68	Металловедение, часть 1
2.1.69	Металлургия тугоплавких и рассеянных редких металлов
2.1.70	Металлургия тяжелых цветных металлов
2.1.71	Методы анализа структуры металлов и сплавов
2.1.72	Метрология и измерительная техника
2.1.73	Производство отливок из сплавов цветных металлов
2.1.74	Современные методы производства сплошных и полых изделий
2.1.75	Теория и технология производства стали в электропечах
2.1.76	Теплотехника и экодизайн металлургических печей
2.1.77	Технологии и оборудование для модификации поверхности
2.1.78	Технология композиционных материалов
2.1.79	Металлургия алюминия и магния
2.1.80	Производство стали в конвертерах
2.1.81	Процессы формования и спекания металлических порошков
2.1.82	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением
2.1.83	Рециклинг металлов
2.1.84	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента
2.1.85	Технология литейного производства
2.1.86	Дефекты кристаллической решетки и механические свойства сплавов
2.1.87	Основы пиро- и гидрометаллургического производства
2.1.88	Основы теории литейных процессов
2.1.89	Процессы получения металлических порошков
2.1.90	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий
2.1.91	Термодинамика и кинетика металлургических процессов

2.1.92	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов
2.1.93	ARTCAD
2.1.94	Математика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
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
2.2.15	Контрольно-измерительные приборы и системы автоматизации печей и газоочистных аппаратов

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

<b>ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31 методы планирования и проведения физических экспериментов, обработки их результатов и оценивания погрешности.	
<b>ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 основные закономерности процессов тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам;	
<b>ПК-4: Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-4-У1 планировать и проводить теплофизические эксперименты, обрабатывать их результаты и оценивать погрешности.	
<b>ПК-1: Способен выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы в области процессов технологии материалов</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 рассчитывать и анализировать процессы внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения;	
<b>Владеть:</b>	
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
	<b>Раздел 1. Основы теории автоматического управления</b>							

1.1	Статические и динамические характеристики элементов и систем управления. Переходные процессы. Дифференциальные уравнения элементов и систем. Передаточные функции /Лек/	11	6	ПК-1-31	Л1.Л2.2 Э1			
1.2	Типовые возмущающие воздействия. Переходная функция, функция веса. Реакция системы на гармонические колебания. Частотные характеристики /Лек/	11	6	ПК-1-31	Л1.Л2.2 Э1			
1.3	Типовые динамические звенья: пропорциональное, апериодическое 1-го и 2-го порядков, колебательное, интегрирующее, дифференцирующее, чистого запаздывания /Лек/	11	4	ПК-1-31	Л1.Л2.2 Э1			
1.4	Соединение звеньев САР: последовательное, параллельное, встречно-параллельное. Возмущение по нагрузке и заданию /Лек/	11	6	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.Л2.2 Э1			
1.5	Понятие устойчивости систем регулирования. Определение устойчивости по корням характеристического уравнения. Частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста /Лек/	11	4	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.Л2.2 Э1			
1.6	Показатели качества переходных процессов. Прямые и косвенные методы анализа качества регулирования /Лек/	11	6	ПК-4-31	Л1.Л2.2 Э1			
1.7	Расчет статических характеристик линейных и нелинейных объектов /Пр/	11	2	ПК-1-У1	Л1.Л2.2Л3. 1 Э1			
1.8	Расчет реакции элементов САР на типовые входные воздействия и входные воздействия произвольного вида /Пр/	11	2	ПК-1-У1	Л1.Л2.2Л3. 1 Э1			
1.9	Анализ устойчивости переходных процессов в САР с применением алгебраических и частотных критериев /Пр/	11	2	ПК-1-У1	Л1.Л2.2Л3. 1 Э1			
1.10	Определение статических характеристик объекта по данным нормальной эксплуатации /Лаб/	11	2	ПК-1-В1	Л1.Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
1.11	Определение частотных характеристик объекта /Лаб/	11	2		Л1.Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			
1.12	Оценка качества процесса регулирования /Лаб/	11	2		Л1.Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1			

	<b>Раздел 2. Элементы систем автоматики</b>							
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/	11	4	ПК-1-31 ПК-4-31	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/	11	4	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/	11	4	ПК-1-31	Л1.1Л2.2 Э1			
2.4	Выбор регулятора и построение переходных процессов /Пр/	11	2	ПК-1-У1	Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1			
2.5	Выбор исполнительных механизмов и регулирующих органов /Пр/	11	2	ПК-1-У1	Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1			
2.6	Расчет настроек регулятора с обоснованием выбора исходных данных для заданного контура регулирования /Пр/	11	2	ПК-1-У1	Л1.1Л2.2Л3. 1 Э1			
2.7	Исследование работы логических элементов /Лаб/	11	2	ПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.1Л2.2Л3. 2 Э1			
2.8	Выполнение тестов и решение задач в LMS Canvas /Ср/	11	4	ПК-1-У1	Л1.1Л2.2 Э1			
	<b>Раздел 3. Автоматизация промышленных печей</b>							
3.1	Изображение приборов и средств автоматизации на схемах автоматизации. Графическое оформление схем. Разработка проектной документации. Монтаж и наладка систем автоматизации /Лек/	11	3	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/	11	3	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.3	Автоматизация доменных печей /Лек/	11	3	ПК-1-31 ПК-4-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.4	Автоматизация кислородных конвертеров. Автоматизация дуговых сталеплавильных печей /Лек/	11	3	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.5	Автоматизация машин непрерывного литья заготовок /Лек/	11	3	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.6	Автоматизация проходных нагревательных печей: методических, секционных, кольцевых, роликовых /Лек/	11	3	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.7	Автоматизация термических колпаковых и камерных печей /Лек/	11	3	ПК-1-31	Л1.2Л2.2 Э1			
3.8	Автоматизация протяжных печей для термической и термохимической обработки полосового металла /Лек/	11	3		Л1.2Л2.2 Э1			
3.9	Составление структурных и функциональных схем автоматизации /Пр/	11	2	ПК-1-У1	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			
3.10	Разработка типовых узлов автоматического контроля и управления металлургических печей /Пр/	11	2	ПК-1-У1	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			
3.11	Автоматизация управления доменной плавкой /Пр/	11	2	ПК-1-У1	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			
3.12	Автоматизация управления сталеплавильными процессами /Пр/	11	2	ПК-1-У1	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			
3.13	Автоматизация управления нагревательными печами /Пр/	11	4	ПК-1-У1	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			
3.14	Автоматизация управления термическими печами /Пр/	11	4	ПК-1-У1	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			
3.15	Проектирование АСУ ТП металлургических печей /Пр/	11	6	ПК-1-У1	Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			
3.16	Исследование переходных процессов в системе двухпозиционного регулятора /Лаб/	11	2	ПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1			
3.17	Исследование переходных процессов в системе трехпозиционного регулятора /Лаб/	11	3	ПК-4-У1 ПК-1-В1 ПК-4-31	Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1			
3.18	Исследование оптимальных и самонастраивающихся систем /Лаб/	11	4	ПК-1-В1 ПК-4-У1	Л1.2Л2.2Л3. 2 Э1			

3.19	Выполнение тестов и решение задач в LMS Canvas /Ср/	11	21	ПК-1-У1	Л1.2Л2.2 Э1			
------	---	----	----	---------	----------------	--	--	--

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

1. Разновидности автоматизации: контроль, регулирование и управление. Системы автоматического регулирования и автоматизированные системы управления (ПК-3.1-31, ПК-1.2-31)
2. Основные этапы развития систем автоматизации (ПК-3.1-31, ПК-1.2-31)
3. Технические, экономические и социальные аспекты автоматизации (ПК-3.1-31, ПК-1.2-31)
4. Понятие статической характеристики элемента и системы управления. Виды статических характеристик (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
5. Получение дифференциальных уравнений элементов и систем управления. Решение дифференциальных уравнений с использованием интегральных преобразований. Передаточные функции систем управления и их элементов (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
6. Типовые возмущающие воздействия для изучения переходных процессов в системах управления. Кривая разгона и функция веса (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
7. Частотные характеристики: амплитудно-частотная, фазо-частотная и амплитудно-фазовая. Алгебраическая и показательная форма представления амплитудно-фазовой характеристики (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
8. Понятие типовых динамических звеньев, их свойства. Звено чистого запаздывания: дифференциальное уравнение, передаточная функция, временная и частотная характеристики, пример (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
9. Статические звенья: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики, примеры (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
10. Астатические звенья: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики, примеры (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
11. Дифференцирующие звенья: дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики, примеры (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
12. Расчет передаточной функции при последовательном, параллельном и встречно-параллельном соединении звеньев (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
13. Понятие разомкнутых и замкнутых систем автоматического регулирования. Расчет передаточных функций (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
14. Возмущения по нагрузке и по заданию в системах автоматического регулирования. Расчет передаточных функций (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
15. Понятие устойчивости систем автоматического регулирования. Определение устойчивости по корням характеристического уравнения (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
16. Частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
17. Показатели качества, определяемые по кривой переходного процесса: статическая ошибка, динамическое отклонение, степень затухания, перерегулирование, время регулирования, интегральный и интегральный квадратичный критерий качества (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
18. Показатели качества переходного процесса, определяемые по косвенным параметрам: степень устойчивости и колебательности, запас устойчивости по модулю и фазе, показатель колебательности (ПК-3.1-31, ПК-3.1-У1)
19. Типовые процессы регулирования: аperiodический, с 20-% перерегулированием и минимальным квадратичным интегральным показателем (ПК-3.1-31, ПК-1.2-31)
20. Нормирующие преобразователи: назначение и конструкции (ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1)
21. Метод динамической компенсации для преобразования непрерывных величин в дискретные. Принцип действия и блок-схема устройства (ПК-3.1-31, ПК-1.2-31)
22. Примеры логических действий в системах управления. Порядок работы основных и комбинированных логических элементов (ПК-3.1-31, ПК-1.2-31)
23. Понятие закона регулирования. Пропорциональный и интегральный регуляторы: уравнения, передаточные и переходные функции, частотные характеристики (ПК-3.1-31, ПК-1.2-31)
24. Пропорционально-интегральный регулятор: уравнение, передаточная и переходная функции, частотные характеристики (ПК-3.1-31, ПК-1.2-31)
25. Пропорционально-дифференциальный регулятор: уравнение, передаточная и переходная функции, частотные характеристики (ПК-3.1-31, ПК-1.2-31)
26. Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор: уравнение, передаточная и переходная функции, частотные характеристики (ПК-3.1-31, ПК-1.2-31)
27. Принципы формирования законов регулирования. Расчет передаточных функций систем регулирования при наличии обратной связи по положению исполнительного механизма и внутренней обратной связи (ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1)
28. Назначение и блок-схема регулирующего микропроцессорного контроллера (ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1)
29. Назначение и виды исполнительных механизмов и регулирующих органов (ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1)
30. Правила построения буквенных и позиционных обозначений приборов на схемах автоматизации. Примеры обозначений (ПК-3.1-31)
31. Изображение средств автоматизации и линий связи на схемах. Изображение технологического оборудования и коммуникаций. Монтаж и пусконаладочные работы (ПК-3.1-31)
32. Типовые системы автоматического регулирования расхода и давления газа, давления в печи. Их схемы автоматизации (ПК-1.2-31, ПК-1.2-31)
33. Типовые системы автоматического регулирования температуры в печи, соотношения топлива и воздуха. Их схемы автоматизации (ПК-1.2-31, ПК-1.2-31)
34. Автоматизация доменных печей. Автоматический контроль доменной плавки (ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1)
35. Автоматическое управление тепловым режимом доменных печей. Автоматическое регулирование хода доменной печи (ПК-1.2-У1)
36. Автоматизация кислородных конвертеров (ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1)

- |     |   |
|-----|---|
| 37. | Автоматизация дуговых электросталеплавильных печей (ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1)   |
| 38. | Автоматизация машин непрерывного литья заготовок (ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1)   |
| 39. | Автоматизация методических нагревательных печей (ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1)  |
| 40. | Автоматизация секционных и кольцевых нагревательных печей (ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1)                                    |
| 41. | Автоматизация термических колпаковых и камерных печей (ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1)  |
| 42. | Автоматизация протяжных печей для термической и термохимической обработки полосового металла (ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1) |

**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 аperiодического 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  $tC$  за счет конвекции, если  $x_{ВХ} = tC$ ,  $x_{ВЫХ} = tM$  - 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 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	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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
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	<a href="https://lms.misis.ru/enroll/XEBB8P">https://lms.misis.ru/enroll/XEBB8P</a>
----	---	---

### 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 <a href="http://lib.misis.ru/links.html">http://lib.misis.ru/links.html</a>
-----	---

## 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
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
А-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.