

Рабочая программа утверждена  
решением Учёного совета  
ВФ НИТУ «МИСИС»  
от «30» мая 2024г.  
протокол № 7-24

## Рабочая программа дисциплины (модуля) **Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки сплавов**

Закреплена за кафедрой	ЭлектрOMETаллургии
Направление подготовки	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
Профиль	Материаловедение и технологии новых материалов
Квалификация	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>5 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану	180
в том числе:	Формы контроля в семестрах:
аудиторные занятия	экзамен 8 72
самостоятельная работа	79
часов на контроль	27

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	14			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	36	36	36	36
Практические	36	36	36	36
Контроль самостоятельной работы	2	2	2	2
В том числе в форме практ.подготовки	26	26	26	26
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	74	74	74	74
Сам. работа	79	79	79	79
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Шатохин Константин Станиславович*

Рабочая программа

**Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки сплавов**

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 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, МиТМ-24.plx Материаловедение и технологии новых материалов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСИС" 28.12.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электromеталлургии**

Протокол от 27.05.2024 г., № 9

Зав. кафедрой Еланский Д.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

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

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Математика
2.1.2	Физика
2.1.3	Химия
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Оборудование машин и агрегатов пластической деформации формовки

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

<b>ПК-3: Способен сопровождать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов</b>						
<b>ПК-3.2: Проводит анализ эффективности реализованной системы автоматизированного управления типовым режимом термической и химико-термической обработки</b>						
<b>Знать:</b>						
ПК-3.2-32 методы эффективного автоматизированного управления типовыми режимами в области материаловедения						
ПК-3.2-31 основные закономерности процессов тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам;						
<b>Уметь:</b>						
ПК-3.2-У3 методы эффективного автоматизированного управления типовыми режимами в области материаловедения						
ПК-3.2-У2 основные закономерности процессов тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам;						
ПК-3.2-У1 производить расчет и выбор датчиков, регуляторов, регулирующих органов и исполнительных механизмов;						
<b>Владеть:</b>						
ПК-3.2-В2 навыками анализа эффективной системы автоматизированного управления типовыми режимами термической и химико-термической обработки						
ПК-3.2-В1 навыками разрабатывать контуры регулирования систем автоматики;						

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1. Основы теории автоматического управления</b>					
1.1	Сложная техническая система как объект автоматического контроля и регулирования. Основные этапы развития САУ. Технические, экономические и социальные аспекты автоматизации. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	

1.2	Статические и динамические характеристики элементов и систем управления. Переходные процессы. Дифференциальные уравнения элементов и систем. Передаточные функции. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
1.3	Расчет статических характеристик линейных и нелинейных объектов. /Пр/	8	4	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.4	Типовые возмущающие воздействия. Переходная функция, функция веса. Реакция системы на гармонические колебания. Частотные характеристики. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
1.5	Типовые динамические звенья: пропорциональное, аperiodическое 1-го и 2-го порядков, колебательное, интегрирующее, дифференцирующее, чистого запаздывания. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
1.6	Анализ устойчивости переходных процессов в САР с применением алгебраических и частотных критериев. /Пр/	8	4	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.7	Расчет реакции элементов САР на типовые входные воздействия и входные воздействия произвольного вида. /Пр/	8	4	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.8	Соединение звеньев САР: последовательное, параллельное, встречно-параллельное. Возмущение по нагрузке и заданию. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
1.9	Устойчивость систем регулирования. Показатели качества переходных процессов. Прямые и косвенные методы анализа качества регулирования. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
1.10	Расчет показателей качества переходных процессов в САР. /Пр/	8	4	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
1.11	Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/	8	24	ПК-3.2	Л2.1	
	<b>Раздел 2. Теплотехнические измерения и приборы</b>					
2.1	Методы и средства преобразования информации в системах автоматического регулирования и управления. Методы измерения температуры. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
2.2	Расчёт погрешностей контактных методов измерения температуры /Пр/	8	4	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
2.3	Электрические термометры сопротивления и термоэлектрические термометры, пирометры излучения. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
2.4	Вторичные приборы средств измерения температуры. Общие сведения об измерении давления. Жидкостные и деформационные приборы для измерения давления. Правила установки приборов и отбора давления. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
2.5	Измерение расхода и количества жидкостей и газов. Метод постоянного перепада давлений. Метод динамического напора. Метод переменного перепада давления. Ультразвуковые, электрические, тепловые расходомеры. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
2.6	Выбор и расчет сужающих устройств для измерения расхода. /Пр/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
2.7	Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/	8	22	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
	<b>Раздел 3. Элементы систем автоматики</b>					

3.1	Классификация элементов систем автоматики. Нормирующие преобразователи, их назначение, принцип действия, конструкции. Квантование и дискретизация аналоговых сигналов. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1	
3.2	Законы регулирования, методы их формирования и структурные схемы реализации. Регулирующие микропроцессорные контроллеры: основные функции, модули, организация связей с объектом управления. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
3.3	Выбор регулятора и построение переходных процессов /Пр/	8	4	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.4	Законы регулирования, методы их формирования и структурные схемы реализации. Регулирующие микропроцессорные контроллеры: основные функции, модули, организация связей с объектом управления. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
3.5	Выбор исполнительных механизмов и регулирующих органов. /Пр/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
3.6	Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/	8	16	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
<b>Раздел 4. Автоматизация процессов тепловой обработки материалов</b>						
4.1	Изображение приборов и средств автоматизации на схемах автоматизации. Графическое оформление схем. Разработка проектной документации. Монтаж и наладка систем автоматизации. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
4.2	Автоматическое регулирование температуры, горения топлива, давления в рабочем пространстве печи. Регулирование расхода и давления жидких и газообразных потоков. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
4.3	Автоматизация доменных печей. Автоматизация кислородных конвертеров. Автоматизация электрических плавильных печей. Автоматизация машин непрерывного литья заготовок. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
4.4	Расчет настроек регулятора с обоснованием выбора исходных данных для заданного контура регулирования. /Пр/	8	4	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
4.5	Автоматизация проходных нагревательных печей: методических, секционных, кольцевых, роликовых. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
4.6	Автоматизация термических колпаковых и камерных печей. Автоматизация протяжных печей для термической и термохимической обработки полосового металла. /Лек/	8	2	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3	
4.7	Составление структурных и функциональных схем автоматизации /Пр/	8	4	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	
4.8	Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/	8	17	ПК-3.2	Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Вопросы к экзамену ОПК-3.1, ПК-2.3, ПК-2.6

1. Разновидности автоматизации: контроль, регулирование и управление. Системы автоматического регулирования и автоматизированные системы управления
2. Типовые системы автоматического регулирования расхода и давления газа, давления в печи. Их схемы автоматизации
3. Устройство двухканального пирометра спектрального отношения
4. Понятие закона регулирования. Пропорциональный, интегральный, пропорционально-интегральный закон: уравнения, передаточные и переходные функции

5. Основные этапы развития систем автоматизации
6. Принципиальная структурная схема устройства пирометра. Чувствительные элементы пирометров суммарного и частичного излучения
7. Термоэлектрические термометры: принцип действия и виды. Исключение влияния температуры свободных концов на показания термометра
8. Автоматическое управление тепловым режимом доменных печей. Автоматическое регулирование хода доменной печи
9. Технические, экономические и социальные аспекты автоматизации
10. Понятие статической характеристики элемента и системы управления. Виды статических характеристик
11. Пропорционально-дифференциальный и пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования: уравнения, передаточные и переходные функции
12. Принцип действия, виды и конструкция термометров сопротивления
13. Автоматизация кислородных конвертеров
14. Получение дифференциальных уравнений элементов и систем управления. Решение дифференциальных уравнений с использованием интегральных преобразований. Передаточные функции систем управления и их элементов
15. Мосты и логометры: принцип действия и устройство
16. Способы включения измерительного прибора в цепь термоэлектрического термометра. Принцип действия и устройство милливольтметров и потенциометров
17. Автоматизация протяжных печей для термической и термохимической обработки полосового металла
18. Типовые возмущающие воздействия для изучения переходных процессов в системах управления. Кривая разгона и функция веса
19. Частотные характеристики: амплитудно-частотная, фазо-частотная и амплитудно-фазовая. Алгебраическая и показательная форма представления амплитудно-фазовой характеристики
20. Назначение и блок-схема регулирующего микропроцессорного контроллера
21. Виды давления. Особенности измерения давления различных сред
22. Стеклоанный однострубный микроманометр с наклонной трубкой: принцип действия и конструкция
23. Понятие типовых динамических звеньев. Статические звенья: дифференциальные уравнения, передаточные и переходные функции, примеры
24. Изображение средств автоматизации и линий связи на схемах. Изображение технологического оборудования и коммуникаций. Монтаж и пусконаладочные работы
25. Назначение и виды исполнительных механизмов и регулирующих органов
26. Понятие разомкнутых и замкнутых систем автоматического регулирования. Расчет передаточных функций
27. Астатические, дифференцирующие звенья и звено чистого запаздывания. Их дифференциальные уравнения, передаточные и переходные функции; примеры звеньев
28. Расчет передаточной функции при последовательном, параллельном и встречно-параллельном соединении звеньев
29. Автоматизация доменных печей. Автоматический контроль доменной плавки
30. Понятие о температуре и температурных шкалах
31. Принципы формирования законов регулирования. Расчет передаточных функций систем регулирования при наличии обратной связи по положению исполнительного механизма и внутренней обратной связи
32. Сущность метода переменного перепада давления для измерения расхода и особенности его технической реализации
33. Деформационные приборы для измерения давления: принцип действия и конструкция
34. Сильфонный дифференциальный манометр: принцип действия и устройство
35. Правила построения буквенных и позиционных обозначений приборов на схемах автоматизации. Примеры обозначений
36. Возмущения по нагрузке и по заданию в системах автоматического регулирования. Расчет передаточных функций
37. Понятие устойчивости систем автоматического регулирования. Определение устойчивости по корням характеристического уравнения
38. Автоматизация дуговых электросталеплавильных печей
39. Сущность метода динамического напора для измерения расхода и особенности его технической реализации
40. Виды пирометров излучения и получаемой с их помощью условной температуры. Связь действительной и условной температуры
41. Частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста
42. Типовые системы автоматического регулирования температуры в печи, соотношения топлива и воздуха. Их схемы автоматизации
43. Расходомеры специального назначения: принцип действия и устройство
44. Автоматизация машин непрерывного литья заготовок
45. Показатели качества, определяемые по кривой переходного процесса: статическая ошибка, динамическое отклонение, степень затухания, перерегулирование, время регулирования, интегральный и интегральный квадратичный критерий качества
46. Показатели качества переходного процесса, определяемые по косвенным параметрам: степень устойчивости и колебательности, запас устойчивости по модулю и фазе, показатель колебательности
47. Автоматизация методических нагревательных печей
48. Нормирующие преобразователи: назначение и конструкции
49. Метод динамической компенсации для преобразования непрерывных величин в дискретные. Принцип действия и блок-схема устройства
50. Типовые процессы регулирования: аperiodический, с 20-% перерегулированием и минимальным квадратичным интегральным показателем
51. Автоматизация секционных и кольцевых нагревательных печей
52. Примеры логических действий в системах управления. Порядок работы основных и комбинированных логических

элементов				
53. Автоматизация термических колпаковых и камерных печей				
54. Понятие информации и ее сигнала в системах автоматизации. Классификация элементов систем автоматики и принципы их выбора				
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.</b>				
ОПК-3.1, ПК-2.3, ПК-2.6 Домашнее задание № 1 Домашнее задание № 2 Расчетно-графическая работа				
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>				
ОПК-3.1, ПК-2.3, ПК-2.6				
Экзаменационный билет № <u>1</u>				
Дисциплина Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки металлов Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов Профиль подготовки Материаловедение и технологии новых материалов				
1. Разновидности автоматизации: контроль, регулирование и управление. Системы автоматического регулирования и автоматизированные системы управления 2. Типовые системы автоматического регулирования расхода и давления газа, давления в печи. Их схемы автоматизации 3. Устройство двухканального пирометра спектрального отношения Зав. кафедрой ЭМ Д.Г.Еланский				
<b>5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)</b>				
Тест № 1 Основы теории автоматического управления Тест № 2 Теплотехнические измерения и приборы Тест № 3 Элементы систем автоматики				
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>				
<b>6.1. Рекомендуемая литература</b>				
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Лапшин И.В., Попов Н.Н., Мустафин Р.М.	Автоматизация производства электростали: Микропроцессорные системы управления: Лабораторный практикум	Методические пособия	Москва, 2010
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	Шатохин К.С. Основы теории автоматического управления промышленными печами: Учебник М.: МИСиС, 2020		<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12468">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12468</a>	
Э2	Бердышев В.Ф., Шатохин К.С. Основы автоматизации технологических процессов очистки газов и воды: Курс лекций М.: МИСиС, 2013		<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=9163">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=9163</a>	
Э3	Чибизова С.И., Шатохин К.С. Методы экспериментального исследования теплофизических процессов: Курс лекций М.: МИСиС, 2019		<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12283">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12283</a>	
Э4	Коганов Б.Ю., Бердышев В.Ф. Автоматическое управление металлургическими процессами Лабораторный практикум М.: МИСиС, 1984		<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=1234">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=1234</a>	
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>				
П.1	MS Office			
П.2	LMS Canvas			
П.3	Microsoft PowerPoint			
П.4	Microsoft Excel			
П.5	Microsoft Word			
П.6	MS Teams			

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
4	Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
6	Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки	Компьютеры, доступ к интернету
4	Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к
4	Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.

Практические занятия проводятся, в том числе, с разбором практических вопросов и проблем реального производства, с применением кейсовых ситуаций, использующих описание реальных ситуаций. Студенты должны исследовать ситуацию, разобраться в сути проблемы, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы основываются на реальном фактическом производственном материале или же приближены к реальной ситуации.

Текущий контроль, защита домашних заданий и экзамен проводятся с целью выявить полученные в результате изучения дисциплины знания, навыки и умения студентов. Для подготовки к контрольным мероприятиям необходимо использовать базовую информацию, полученную во время лекций и практических занятий, а также информацию, полученную при изучении соответствующих разделов основной и дополнительной литературы.

Для самостоятельной работы и текущего контроля в системе «смешанного обучения» студенты также используют специальные базы данных (электронные учебники) в электронной библиотеке НИТУ МИСиС. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется с помощью электронных версий конспекта лекций и пособий с вопросами для самопроверки, а также индивидуального опроса студентов во время защит домашних работ.

Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail и лично в назначенные часы консультаций.

Для полноценного изучения дисциплины «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки» студентам необходимо понимать и анализировать связь данной дисциплины с требованиями к подготовке бакалавров профиля Металловедение и термическая обработка металлов. Студенты должны знать, какое место занимает данная дисциплина в структуре их образования, а также, какое значение имеют знания, полученные в результате изучения этой дисциплины, для успешной работы в выбранном направлении.