

Титульный лист методических  
указаний



Форма  
Ф СО ПГУ 7.18.3/40

Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
Кафедра металлургии

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по изучению дисциплины

«Автоматизация металлургического производства»

для студентов специальности 5В070900 «Металлургия»

Павлодар



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по УР  
\_\_\_\_\_ Н.Э.Пфейфер  
(подпись)  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

Составитель: магистр, ст. преподаватель \_\_\_\_\_ Штиль И.Э.  
(подпись)

Кафедра металлургии

## **Методические указания**

по изучению дисциплины

по дисциплине «Автоматизация металлургического производства»

для студентов специальности 5В070900 «Металлургия»

Рекомендовано на заседании кафедры  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол №\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ М.М. Суяндиков «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

Одобрено УМС факультета металлургии, машиностроения и транспорта  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол №\_\_\_

Председатель УМС \_\_\_\_\_ Ж.Е. Ахметов  
(подпись)

### **ОДОБРЕНО:**

Начальник УМО \_\_\_\_\_ А.А. Варакута «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

Одобрена учебно-методическим советом университета  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Протокол №\_\_\_

**Содержание**

	Введение	3
1	Содержание дисциплины	6
2	Тематический план дисциплины	7
3	Вопросы для подготовки к экзамену	10
	Литература	12

К середине 1960-х гг. определились основные направления развития металлургии, которые сохраняются и в настоящее время: интенсификация технологических процессов, проведение их в режимах, близких к критическим, применение агрегатов большой единичной мощности.

В агрегатах большой единичной мощности отсутствует резервное оборудование и промежуточные емкости, поэтому выход из строя какого-либо аппарата при нарушении в нем технологического режима вызывает аварийную остановку всего агрегата. Стоимость каждой такой установки порой составляет до миллиарда тенге. Отсюда видно, насколько важно обеспечить высокое качество управления агрегатами.

Развитие работ по автоматизации технологических процессов в нашей стране началось в 1950–1960-е гг. Основное внимание было уделено созданию локальных систем, обеспечивающих автоматизацию простейших функций управления технологическими процессами: централизованный контроль, противоаварийную защиту и регулирование (стабилизацию или изменение по заданной программе). Дальнейшее развитие металлургии потребовало создания гораздо более совершенных систем управления – автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП).

В экономическом плане внедрения АСУТП позволяет сделать следующее:

1. Решить основную задачу повышения производительности труда, сокращения численности основного и вспомогательного персонала в результате уменьшения времени на обслуживание и выбора оптимальных условий работы агрегатов;
2. Уменьшить непроизводительные расходы сырья и энергии;
3. Повысить качество продукции.

Совершенствование систем автоматического контроля и управления в металлургической промышленности является непрерывным процессом, однако можно выделить несколько основных этапов развития автоматизации:

1) Внедрение контрольно-измерительных приборов, что позволило объективно оценивать состояние и ход технологических процессов.

2) Применение дистанционного управления регулирующими органами (шиберами, клапанами, механизмами загрузки), которое освободило персонал от физической работы, часто выполняемой в условиях высокой температуры и значительной загазованности.

3) Централизация приборов контроля и дистанционного управления, их размещение на общем щите в специальном помещении. Это способствует более глубокому анализу производственных ситуаций и повышает эффективность управления.

4) Внедрение разомкнутых систем управления с блокировками, обеспечивающими безопасность персонала и технологического оборудования. Разомкнутые системы выполняют операции в определенной последовательности о заданной программе. Например, перевод воздухонагревателей с одного режима на другой, программное регулирование температуры и др.

5) Широкое внедрение замкнутых систем автоматизированного регулирования отдельных параметров технологических процессов (температуры, давления, расходы и др.). Этот этап является очень важным. Человек только устанавливает автоматическому регулятору, который поддерживает заданный режим.

6) Разработка комплексных систем контроля и управления, учитывающих взаимные связи между параметрами процесса и работу комплекса технологических агрегатов. Внедрение этих систем способствовало существенному повышению технологических показателей производственных процессов.

7) Разработка и внедрение в производство оптимальных систем управления с применением управляющих вычислительных машин (УВМ), объединенных в управляющие комплексы. Основное назначение этих систем – объединить локальные системы в единицу, взаимоувязанную систему, обеспечивающую управления на качественно новом уровне – использование в управлении технико-экономических параметров и критериев. Этот этап еще не завершен, АСУТП такого типа непрерывно совершенствуются в направлении адаптивного управления.

8) Создание интегрированных АСУ, т.е. согласование действия АСУТП с автоматизированными системами управления производством (АСУП) и подчинение действий АСУТП стратегии и тактике управления производства в целом.

Основные задачи по автоматизации отрасли вытекают из недостатков реализации соответствующей программы, которые представляют собой следующее:

– значительное отставание от потребностей и несоответствующее качество технических средств автоматизации, в первую очередь, датчиков и исполнительных механизмов;

– недостаточные объемы выполняемых работ в области автоматизации горнодобывающего производства (углеродных металлов, меди);

– отсутствие комплексного решения вопросов автоматизации и механизации производства в проектах расширения и реконструкции действующих предприятий;

– отсутствие типовых проектных решений по программному и техническому обеспечению создаваемых АСУ.

В черной и цветной металлургии успешно действуют локальные системы автоматического контроля и регулирования различных процессов (если говорить на примере нашего региона в цветной металлургии в производстве глинозема это процессы размол, выщелачивание, декомпозиция, спекание и кальцинация; в процессе электролиза алюминия – это газоочистка, питание электролизеров глиноземом, приготовление анодной массы; в черной металлургии в процессе производства стали – это регулирование электрической мощности, подача кислорода в ДСП, установка непрерывной разливки стали (МНЛЗ) и др.

На предприятиях по обработке металлов созданы и введены в действие системы автоматического управления процессами на станах прокатки (управление скоростными режимами стана, температурный нагрев заготовок и рулонов, контроль и регулирование толщины ленты и др.).

В металлургическом производстве внедряется использование микропроцессов и микро-ЭВМ, обеспечивающих повышение работы и диагностики неисправностей оборудования (станов), снижение энергопотребления и т.п.

Микро-ЭВМ управляет группой агрегатов, а при необходимости устанавливает связь с универсальной вычислительной машиной находящейся на значительном расстоянии. Микро-ЭВМ строит схемы цифровой автоматики, обеспечивает диалог с оператором, контролирует правильность его действий, показывает их очередность.

Также перспективными являются пути комплексного решения задач модернизации, технологии и одновременно с автоматизацией применение в широких масштабах робототехники.

Элементы робототехники используются для автоматизации транспортных операций.

## **1 Содержание дисциплины**

Работа студента по изучению дисциплины включает в себя следующие виды работы:

проработку пройденного лекционного материала по конспекту лекций, учебникам и пособиям;

проработку дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал;

выполнение и защиту практических работ;

подготовку к рубежному контролю и его сдачу.

Как правило, дисциплина изучается один семестр. В начале семестра студенту выдается:

программа обучения по дисциплине (Syllabus);

– календарный график контрольных мероприятий;

опорный конспект лекций;

перечень вопросов на 1,2 рубежный контроль и экзамен.

По кредитной технологии обучения для всех курсов и по всем применяется рейтинговый контроль знаний студентов. Рейтинг дисциплины, которая включена в рабочий учебный план специальности, оценивается по 100-балльной шкале.

В течение семестра проводятся занятия (лекции, практические занятия, СРСП). Студент должен посещать их согласно расписания.

Самостоятельная работа включает в себя теоретическое изучение вопросов, касающихся тем лекционных занятий, которые не вошли в теоретический курс или же были рассмотрены кратко, их углубленная проработка по рекомендуемой литературе.

Теоретическая проработка каждой темы должна заканчиваться составлением конспекта по изученным вопросам, предоставлением конспекта на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа студента с преподавателем включает в себя более углубленное изучение и закрепление тем лекционных занятий. Для занятий СРСП студент готовится по материалам темы и отвечает на поставленные вопросы.

В течение семестра студент сдает первый и второй рубежный контроль.

Первый и второй рубежный контроль проводится в виде опроса по пройденным темам, по билетам или тестам и оценивается по 100 балльной системе.

В конце семестра предусмотрен экзамен. Экзамен проводится по билетам, содержащим по три вопроса в каждом, или по тестам с вариантами по 50 вопросов. Экзамен оценивается по столбальной системе.

К итоговому контролю (ИК) по дисциплине допускаются студенты, выполнившие все требования рабочей учебной программы (выполнение и сдача всех практических работ, работ и заданий по СРС и СРСП) и набравшие рейтинг допуска (не менее 50 баллов).

## **2 Тематический план дисциплины**

## **2.1 Содержание лекционных тем**

### **Тема 1. Введение.**

Современный уровень автоматизации технологических процессов в металлургии и перспективы ее развития, экономические аспекты автоматизации. Задачи в области автоматизации металлургических процессов, определенные в соответствии с требованиями производства. Мировоззренческие вопросы автоматизации металлургических процессов.

Общие сведения об автоматизации и компьютеризации технологических процессов и производств в черной и цветной металлургии. Применение микропроцессоров, технологических контроллеров и локальных сетей для управления технологическими процессами.

Рекомендуемая литература: [2, с. 3-9; 4, с. 3-16].

### **Тема 2. Основы теории автоматического управления.**

Классификация систем управления и регулирования. Статистические и динамические характеристики элементов и систем. Типовые законы регулирования. Понятие устойчивости автоматической системы регулирования, качество процесса регулирования.

Рекомендуемая литература: [4, с. 48-68].

**Тема 3. Специальные и физико-химические методы контроля металлургических процессов.**

3.1 Общие положения. Специальные методы контроля металлургических процессов (температуры, давления, разряжения, уровня, расхода веществ), предназначенные для информационного обеспечения систем управления.

Рекомендуемая литература: [2, с. 62-143; 4, с. 81-113].

3.2 Анализ газов. Газоанализаторы, применяемые для контроля металлургических процессов.

Рекомендуемая литература: [2, 118-122; 4, с. 114-116; 5, с. 201-211].

### **Тема 4. Основные элементы измерительных и автоматических устройств.**

4.1 Датчики – как средства измерения параметров технологических процессов металлургического производства. Классификация датчиков: по виду входной величины, по виду преобразования, по характеру преобразования входной величины в выходную. Основные характеристики датчиков. Требования к датчикам.

Рекомендуемая литература: [6, с. 57-74].

4.2 Исполнительные механизмы систем автоматики. Свойства, характеристики.

Рекомендуемая литература: [2, с. 44-48; 6, с. 109-114].

4.3 Регулирующие органы (шиберы, поворотные заслонки, регулирующие клапаны и др.) и их характеристики.



Рекомендуемая литература: [2, с. 48-50; 9, с. 129-131].

4.4 Регуляторы. Классификация.

Рекомендуемая литература: [2, с. 15-20; 6, с. 99-109; 9, с. 62-84].

**Тема 5.** Автоматизация и компьютеризация технологических процессов и производств в черной и цветной металлургии.

5.1 Автоматизация процесса производства агломерата. Автоматизация доменного производства.

Автоматизация кислородно-конверторного процесса производства стали. Автоматизация установок непрерывной разливки стали.

Автоматизация листопрокатного производства.

Автоматизация процессов производства цветных металлов.

Рекомендуемая литература: [7, с. 27-46; 5, с. 235-244; 8, с. 196-262; 9, с. 306-371; 12, с. 484-489].

5.2 Структура АСУ ТП, ее функции, информационное, программное, техническое, метрологическое, лингвистическое, организационное обеспечение. Опыт разработки, внедрения и эксплуатации АСУ ТП.

Компьютерные и микропроцессорные системы контроля и управления технологическими процессами и комплексами в черной и цветной металлургии. Применение технологических контроллеров в управлении металлургическими производственными процессами. Перспективы развития компьютерных и микропроцессорных систем управления технологическими процессами.

Рекомендуемая литература: [9, с. 306-371; 11, с. 11-17, 151-155].

## **2.2 Перечень и содержание лабораторных занятий**

Тема 3. Специальные и физико-химические методы контроля металлургических процессов.

Лабораторная работа № 1 Измерение расхода методом перепада давления.

Цель работы: изучить способ измерения расхода методом переменного перепада давления. Ознакомиться с комплектом приборов, применяемых для измерения расхода этим методом, и приобрести необходимые навыки при работе с ними. Выполнить градуировку измерительного комплекта.

Лабораторная работа № 2 Экспериментальное определение переходной характеристики гидравлического объекта.

Цель работы: ознакомиться с методикой составления уравнения движения гидравлического объекта и экспериментально определить его переходную характеристику. Сравнить значения скорости разгона объекта, полученные по переходной характеристики и найденные аналитическим путем.

Лабораторная работа № 3 Поверка пружинных манометров.

Цель работы: ознакомиться с принципом действия и конструкцией пружинных и грузопоршневого манометров. Выполнить поверку манометра с одновитковой трубчатой пружиной, а также датчика давления МС-П1 система ГСП в комплекте с вторичным прибором.

Тема 4. Основные элементы измерительных и автоматических устройств.

Лабораторная работа № 4 Изучение принципа действия и устройства промышленного - рН-метра и его поверка.

Цель работы: ознакомиться с принципом действия и устройством промышленного рН-метра, состоящего из датчика ДКИ-1 и высокоомного преобразователя ПВУ-5256, и выполнить поверку показаний измерительного комплекта.

### **2.3 Темы, предлагаемые студентам для самостоятельного изучения**

#### **Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение студентами**

Тема 1. Введение.

1) Термины и определения систем автоматизации.

Рекомендуемая литература: [9, с. 3-13].

Тема 2. Основы теории автоматического управления.

2) Основные понятия и определения.

Рекомендуемая литература: [4, с. 42-43].

Тема 3. Специальные и физико-химические методы контроля металлургических процессов.

3) Контактные и бесконтактные методы контроля. Устройство и принцип действия приборов для измерения температуры.

Рекомендуемая литература: [4, с. 106-113; 5, 41-102].

4) Устройство и принцип действия приборов для измерения давления и разряжения.

Рекомендуемая литература: [5, с. 112-129].

5) Устройство и принцип действия приборов для измерения уровня и расхода веществ.

Рекомендуемая литература: [4, с. 90-95; 5, с. 136-201, 244-248].

6) Устройство и принцип действия газоанализаторов.

Рекомендуемая литература: [4, с. 114-116; 5, с. 201-211].

Тема 4. Основные элементы измерительных и автоматических устройств.

7) Датчики температуры, давления, расхода, состава и концентрации вещества, влажности, уровня, толщины, веса.

Рекомендуемая литература: [4, с. 81-97].

8) Электрические, гидравлические, пневматические исполнительные механизмы. Исполнительные устройства с электромагнитным приводом.

Рекомендуемая литература: [4, с. 118-124; 9, с. 129-131].

9) Электрические аналоговые регуляторы. Аналоговые регуляторы с непрерывным выходным сигналом. Линейные регуляторы. Релейные регуляторы. Цифровые регуляторы. Экстремальные и адаптивные регуляторы. Электронные регуляторы. Гидро- и пневморегуляторы.

Рекомендуемая литература: [9, с. 170-305].

Тема 5. Автоматизация и компьютеризация технологических процессов и производств в черной и цветной металлургии.

10) Системы автоматизации поточно-транспортных операций, дозирования компонентов шихты, увлажнения шихты, зажигания шихты, процесса спекания агломерата, процесса обжига окатышей.

Рекомендуемая литература: [8, с. 196-218].

11) Системы автоматизации загрузки шихтовых материалов в доменную печь, теплового режима воздухонагревателей, теплового состояния печи, хода доменной печи.

Рекомендуемая литература: [8, с. 218-235].

12) Системы автоматизации расхода кислорода, положения фурмы, дозирования сыпучих материалов, управления конвертерной плавкой.

Рекомендуемая литература: [8, с. 246].

Системы автоматизации контроля уровня металла в промежуточном ковше и в печи-ковше, уровня металла в кристаллизаторе, теплового режима кристаллизатора, зоны вторичного охлаждения. Автоматизация и роботизация.

Рекомендуемая литература: С. 248-252 [8, с. 248-252; 12, с. 484-489].

13) Системы автоматизации температурного нагрева заготовок и рулонов, управления скоростными режимами стана, контроля и регулирования толщины и натяжения полосы, регулирования толщины покрытия, мерного реза, сортировки и упаковки проката.

Рекомендуемая литература: [5, с. 235-244; 10, с. 114-225].

14) Автоматизация процессов производства цветных металлов.

Рекомендуемая литература: [9, с. 25-44]

### **3 Вопросы для подготовки к экзамену**

1 Общие сведения об автоматизации и компьютеризации технологических процессов и производств в черной, цветной и твердой металлургии.

2 Тенденции развития автоматизации металлургического производства.

3 Основные определения и понятия автоматизации и автоматического управления.

4 Объекты автоматизации металлургического производства.

5 Классификация систем управления и регулирования.

6 Статистические и динамические характеристики элементов и систем.

7 Типовые законы регулирования.

8 Понятие устойчивости автоматической системы регулирования, качество процесса регулирования.

9 Общие сведения о системах измерения и контрольно-измерительных приборах.

10 Методы, технические средства и системы для измерения температуры.

11 Пирометры излучения.

12 Жидкостные стеклянные термометры.

13 Манометрические термометры.

14 Термопары.

15 Методы измерения давления и разрежения.

16 Жидкостные манометры.

17 Пружинные манометры.

18 Приборы давления с устройством дистанционной передачи показаний.

19 Расходомеры обтекания.

20 Измерение расхода методом переменного перепада давления.

21 Сужающие устройства: диафрагмы, сопла, трубы Вентури.

22 Дифференциальные манометры.

23 Индукционные расходомеры.

24 рН-метры, газоанализаторы.

25 Методы и приборы для измерения уровня и расхода.

26 Исполнительные механизмы. Свойства, характеристики, требования.

27 Регулирующие органы (шиберы, поворотные заслонки, регулирующие клапаны, краны и др.). Классификация и их характеристики.

28 Тахометрические счетчики количества материала.

29 Регуляторы. Классификация.

30 Автоматизация процесса производства агломерата.

31 Автоматизация доменного производства.

32 Автоматизация кислородно-конверторного процесса производства стали.

33 Автоматизация установок непрерывной разливки стали.

34 Автоматизация листопрокатного производства.

35 Автоматизация процессов производства цветных металлов.

36 Структура АСУ ТП, главные компоненты АСУ ТП, ее функции.

37 Информационное, программное, техническое, организационное обеспечение.

38 Опыт разработки, внедрения и эксплуатации АСУ ТП.

39 Компьютерные и микропроцессорные системы контроля и управления технологическими процессами и комплексами в черной и цветной металлургии.

40 Применение технологических контроллеров в управлении металлургическими производственными процессами.

## Литература

### Основная

- 1 Богомолов А. В. Основы автоматизации металлургического производства: методические указания к выполнению контрольной работы для студентов металлургических специальностей заочной формы обучения. – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2004. – 25 с.
- 2 Кукуй Д. М. Автоматизация литейного производства: учебное пособие / Д. М. Кукуй, В. Ф. Одинокко. – Минск: Новое знание, 2008. – 240 с.
- 3 Лапшин И. В. Автоматизация дуговых печей. – М. : МИСиС, 2004. – 165 с.
- 4 Новиков В. П. Автоматизация литейного производства. Часть 1. Управление литейными процессами: учебное пособие. – М. : МГИУ, 2008. – 292 с.

### Дополнительная

- 5 Беленький А. М. Технологические измерения и контрольно-измерительные приборы: учебник для техникумов / А. М. Беленький, В. Ф. Бердышев, О. М. Блинов, В. А. Морозов. – М. : Металлургия, 1981. – 264 с.
- 6 Богдан К. С. Средства и системы автоматизации литейного производства / К. С. Богдан, В. Н. Горбенко, В. М. Денисенко, Ю. П. Каширин. – М. : Машиностроение, 1981. – 272 с.
- 7 Глинков Г. М. Теоретические основы автоматического управления металлургическими процессами: учебное пособие для вузов / Г. М. Глинков, М. Д. Климовицкий. – М. : Металлургия, 1985. – 304 с.
- 8 Глинков Г. М. Проектирование систем контроля и автоматического регулирования металлургических процессов: учебное пособие для вузов / Г. М. Глинков, В. А. Маковский, С. Л. Лотман, М. Р. Шапировский. – М. : Металлургия, 1986. – 352 с.
- 9 Диомидовский Д. А. Контроль и автоматизация процессов в цветной металлургии. Часть 2: Автоматизация металлургических процессов. – М. : Металлургия, 1967. – 403 с.
- 10 Королев В. В. Управление процессами прокатного производства с помощью ЭВМ: учебное пособие для вузов. – М. : Металлургия, 1986. – 232 с.
- 11 Корятин А. И. Автоматизация типовых технологических процессов и установок: учебник для вузов / А. И. Корятин, Н. К. Петров, С. Н. Радимов, Н. К. Шпарев. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 432 с.
- 12 Кудрин В. А. Теория и технология производства стали: учебник для вузов. – М. : Мир, 2003. – 528 с.
- 13 Салыга В. И. Идентификация и управление процессами в черной металлургии / В. И. Салыга, Н. Н. Карабутов. – М. : Металлургия, 1986. – 192 с.