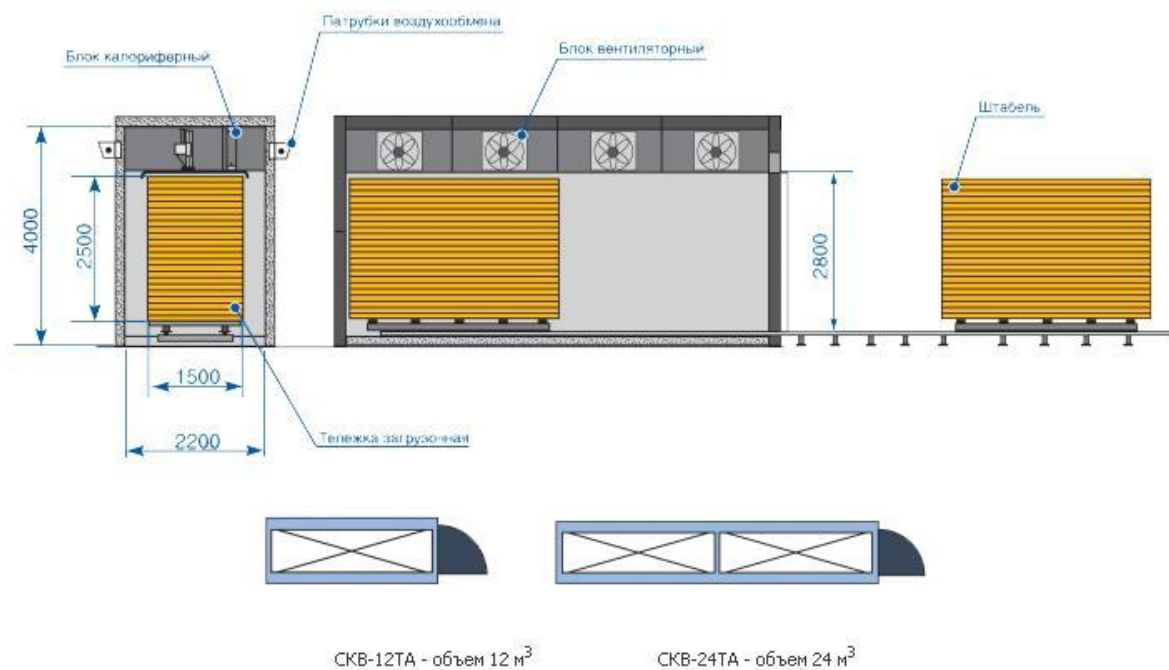


М.Г. Шишкова

АВТОМАТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ



Красноярск 2012

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет»
Лесосибирский филиал

М.Г. Шишкова

Автоматика и автоматизация производственных процессов

Утверждено редакционно-издательским советом
СибГТУ в качестве курса лекций
для студентов специальностей 250403.65 «Технология деревообработки»,
250401.65 «Лесоинженерное дело», 150405.65 Машины и оборудование
лесного комплекса направления 250400.62, 250300.62 «Технология и
оборудование лесозаготовительных и деревоперерабатывающих
производств»
очной и заочной формы обучения

Красноярск 2012

УДК 681.5(07)

Шишкова, М.Г. **Автоматика и автоматизация производственных процессов**: курс лекций для студентов специальности 250403.65 Технология деревообработки, 250401.65 Лесоинженерное дело, 150405.65 Машины и оборудование лесного комплекса направления 250400.62, 250300.62 «Технология и оборудование лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» очной и заочной форм обучения/ М.Г. Шишкова. – Красноярск: СибГТУ, 2012. – 200с.

Освещаются следующие вопросы: основные методы автоматизации; объекты управления в лесном комплексе; автоматизация непрерывных и дискретных процессов; формулирование и систематизация задач автоматизации управления; оптимизационные модели; критерии оптимальности; технические средства автоматизации; воспринимающие элементы; исполнительные устройства; автоматические регуляторы; микропроцессоры; принципы построения и структура АСУТП; методика расчета экономической эффективности систем автоматизации.

Курс лекций может быть полезен широкому кругу инженерно-технических работников, занимающихся вопросами разработки, проектирования и эксплуатации систем автоматизации лесных и деревообрабатывающих производств.

Рисунков 41, таблиц 4, библиограф. назв.8.

Рецензенты: канд. техн. наук, доц. Т.Г. Зингель (научно – методический совет СибГТУ); канд. пед. наук, доц. С.А. Осяк (Лесосибирский педагогический институт – филиал СФУ).

© Шишкова М.Г., 2012

© ФГБОУВПО «Сибирский государственный
технологический университет», Лесосибирский филиал, 2012

Содержание

Предисловие	9
Введение	10
 Раздел 1 Основы анализа систем автоматизации производственных процессов	12
Лекция 1 Основные понятия и определения.....	12
Лекция 2 Принципы схемного отображения технологических объектов, процессов и СУ.....	15
 Раздел 2 Технические средства автоматизации	26
Лекция 3 Государственная система приборов и средств автоматизации.....	26
Лекция 4 Первичные приборы и первичные преобразователи.....	36
Лекция 5 Измерительные схемы и вторичные приборы.....	42
Лекция 6 Автоматические регуляторы.....	58
Лекция 7 Исполнительные механизмы.....	76
Лекция 8 Микропроцессоры и микроЭВМ для управления технологическими процессами.....	88
 Раздел 3 Системы автоматического регулирования и управления	105
Лекция 9 Локальные системы автоматического регулирования.....	105
Лекция 10 Системы логического управления.....	119
Лекция 11 Принципы построения систем управления на базе микропроцессов и микроЭВМ.....	121
Лекция 12 Автоматизированные СУ технологическими процессами	139
Лекция 13 Основные сведения о манипуляторах, роботах и системах управления ими.....	147

Раздел 4 Автоматизация производственных процессов.....	156
Лекция 14 Эффективность автоматизации производственных процессов... ..	156
Лекция 15 Надежность систем управления.....	165
Лекция 16 Технологические основы автоматизации и объекты управления в лесном комплексе.....	171
Лекция 17 Дистанционное и автоматическое управление электроприводом деревообрабатывающих станков и линий.....	183
Лекция 18 Автоматическое регулирование процессов резания древесины.....	183
Лекция 19 Системы автоматического контроля.....	191
Заключение.....	202
Библиографический список.....	203
Приложение А (справочное) Перечень ключевых слов.....	204

Предисловие

В последние годы в деревообрабатывающей промышленности, как и в других отраслях, наблюдаются заметные изменения промышленного производства и систем управления технологическими процессами в направлении совершенствования технологии, повышения производительности труда, снижения материальных затрат, увеличения ассортимента и качества продукции. В этих условиях автоматизация производственных процессов играет существенную роль.

При расширении области использования выпускаемой продукции возникают новые требования к ее свойствам, что обуславливает необходимость разработки и точного поддержания технологических режимов. Для этого необходимо более глубокое изучение закономерности технологических процессов с целью оптимизации режимов и пересмотра не только функций и структур систем управления, но и самого подхода к созданию. Встречное развитие технологии производства и систем управления привело к созданию таких производственных процессов и типов оборудования, которые невозможно рассматривать и тем более проектировать в отрыве от системы управления. Характерным примером являются станки с программным управлением, промышленные роботы, автоматические и автоматизированные технологические участки.

Существенно изменилась база систем управления. Если до недавнего времени в промышленности использовались локальные системы автоматического контроля, регулирования и управления отдельными машинами и агрегатами, то в последнее время в теорию и практику автоматического управления все шире внедряются электронно-вычислительные машины, что подняло уровень автоматизации производственных процессов на новый, более высокий уровень.

Введение

Автоматизация производства — одно из решающих направлений технического прогресса народного хозяйства. В лесной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности используются разнообразные системы автоматики, начиная от сравнительно простых аналоговых и кончая специальными цифровыми системами автоматики, позволяющими освободить человека от непосредственного участия в технологических процессах.

Прогрессивные технологии на современной базе автоматизации обеспечивают повышение производительности труда, увеличение выпуска, улучшение качества, удешевление различных видов лесной продукции, а также сопровождаются ощутимым технико-экономическим и социальным эффектом.

Внедрение систем автоматизированного управления технологическими процессами (АСУТП), гибких автоматизированных производств (ГАП) различных видов лесопродукции дает возможность существенно повысить эффективность, глубину оптимизации переработки древесины и получить увеличение выхода лесной продукции с 1 га лесного фонда. Концентрация переработки хлыстов, круглых лесоматериалов на нижних складах леспромхозов, лесоперевалочных базах, биржах сырья лесопильно-деревообрабатывающих, целлюлозно-бумажных предприятий дает возможность эффективно автоматизировать процессы обработки древесины.

Обычно инженеры технологических специальностей не занимаются собственно разработкой и эксплуатацией автоматических устройств, но вместе с тем создание современных автоматических устройств контроля и управления производством невозможно без участия технологов, хорошо представляющих закономерности автоматизируемых процессов.

В курсе освещаются следующие вопросы: основные методы автоматизации; объекты управления в лесном комплексе; автоматизация непрерывных и дискретных процессов; формулирование и систематизация задач автоматизации управления; оптимизационные модели; критерии оптимальности; технические средства автоматизации; воспринимающие элементы; исполнительные устройства; автоматические регуляторы; микропроцессоры; принципы построения и структура АСУТП; методика расчета экономической эффективности систем автоматизации.

При изложении материала предполагается, что студенты знакомы с материалами курсов «Высшая математика», «Общая физика», «Управление технологическими системами», «Общая электротехника», «Технология и оборудование лесного комплекса» и других общеинженерных и общетехнических дисциплин в объеме программы вузов лесоинженерного профиля. Непосредственно дисциплина «Автоматика и автоматизация производственных процессов» связана с ранее изученным курсом «Управление технологическими системами», который является ее теоретической базой.

В зависимости от специальности и формы обучения объем дисциплины может изменяться, поэтому ведущий преподаватель в процессе обучения поясняет, какие разделы учебного пособия студенты прорабатывают полностью, какие частично, какой материал изучается самостоятельно.

Раздел 1 Основы анализа систем автоматизации производственных процессов

Лекция 1 Основные понятия и определения

План:

- 1 Основные понятия автоматизации*
- 2 Критерии системы управления АПП*
- 3 Типы производственных процессов*

Автоматизация — это применение машин, машинной техники и технологии с целью облегчения человеческого труда, вытеснения ручного труда, повышения производительности. Автоматизация производства призвана устранить тяжелый, физический, монотонный труд, переложив его на плечи машин. Автоматизация управления направлена на использование технических средств обработки и передачи информации в управлении производством, экономикой.

Автоматизированные информационные системы — это человеко-машинные системы для сбора, хранения, накопления, поиска, передачи, обработки; информации с использованием вычислительной техники, компьютерных информационных сетей, средств и каналов связи.

Задача автоматизации — осуществление управления технологическим процессом, то есть осуществление определенных воздействий, соответствующих алгоритму управления системой.

Алгоритм управления — совокупность предписаний, определяющий характер воздействий извне на управляемый объект с целью осуществления заданной технологической операции.

Технологическая операция – любое механическое или физико-химическое воздействие на материалы (фрезерование, пиление, установка детали, смешивание компонентов).

Технологический процесс – совокупность технологических операций, осуществляемых на определенном оборудовании (сборка изделий, изготовление заготовок и так далее), результатом которых является полуфабрикат или готовое изделие.

Производственный процесс – связанная материальными потоками совокупность технологических процессов, обеспечивающих получение конечного изделия (от производства деталей до сборки готовой мебели и другие).

Таким образом, в производстве существует определенная иерархия: производственный процесс – технологические процессы – технологические операции.

Технологический объект управления — совокупность технологии оборудования и реализованного на нем в соответствии с инструкциями регламента технологического процесса производства.

Автоматизированная система управления предназначена для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления в соответствии с принятым критерием управления.

Критерий управления - соотношение, характеризующее качество работы технологического объекта управления в целом и принимающее чистые значения в зависимости от управляющих воздействий. Критерий может быть технико-экономическим или техническим (параметры процесса, показателя продукта и тому подобное) показателем. Необходимы ограничения при выборе управляющих воздействий.

Задача автоматизации и управления сложными объектами - в данной ситуации, определяемой значениями входных параметров (контролируемых

и неконтролируемых), найти такие управляющие воздействия с учетом ограничений, при которых выходные параметры принимают оптимальные (экстремальные) значения и не выходят за заданные пределы.

Простейшее звено производственной сферы предприятия – **рабочее место**, где рабочий или группа рабочих выполняют определенную технологическую операцию или группу операций.

Группы рабочих мест объединяют в **производственные участки**, на которых идет определенный технологический процесс (например, прессование).

Связанные между собой производственные участки образуют производственное звено – **цех**.

Структура производственных участков, цехов может строиться по принципам: технологическому (строгальный, прессования, облицовывания), предметному (строительных изделий, стульев, шкафов), смешанному.

Тип производственного процесса определяется типом технологических процессов, преимущественно используемых в данном производстве. Различают три типа технологических процессов (производств): непрерывные, дискретные и дискретно-непрерывные.

К **непрерывным** относятся химические процессы, процессы производства энергии, сушка стружки в барабанных сушилках, конвейерные сушилки и так далее. При этом поступление сырья, обработка и выход продукции происходят практически постоянно в процессе работы установки.

Параметры, характеризующие эти процессы, – температура, давление, расход вещества или энергии.

При **дискретных** процессах обрабатываемые изделия подаются на вход и выдаются на выходе отдельными порциями. Характерный признак – наличие процесса сборки. Определяет эти процессы число деталей, узлов,

изделий на различных стадиях процесса (изготовление мебели, строительных изделий, лущение и так далее).

Дискретно-непрерывные процессы объединяют свойства двух процессов – дискретного и непрерывного. В деревообработке характерным примером дискретно – непрерывного производства является производство древесностружечных и древесноволокнистых плит.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Дайте определение автоматизации?
2. Для чего предназначены системы управления?
3. Назовите этапы развития АСУТП.
4. Какие основные технические средства автоматики вы знаете?

Лекция 2 Принципы схемного отображения технологических объектов, процессов и систем управления

План:

1 Основные схемы автоматизации

2 Преобразование структурной схемы

3 Принцип построения схем автоматики

Схема является основным документом, поясняющим принцип действия и взаимодействия различных элементов, устройств или в целом систем автоматики. По схеме осуществляют монтаж, наладку и эксплуатацию автоматических устройств. Схемы автоматики разделяются на: функциональные, структурные, принципиальные, схемы соединения и подключения. Схемы вычерчивают в условных обозначениях без соблюдения масштаба и часто без учета действительного пространственного расположения составных элементов.

Функционально – структурные схемы отражают взаимодействие устройств, блоков, узлов и элементов автоматики в процессе их работы. Схема системы автоматического управления или регулирования, в которой функциональные элементы представлены типовыми динамическими звеньями, называются структурной схемой данной системы.

Структурную схему используют для теоретического исследования системы автоматического управления, так как она отображает её динамические свойства. Графически отдельные устройства автоматически изображают прямоугольниками, а существующие между ними связи – линиями со стрелками, соответствующими направлению прохождения сигнала. Внутренне содержание каждого блока не конкретизируется. Функциональное назначение блоков зашифровывается буквенными символами.

Функциональная схема автоматической системы управления регулирования температуры теплоносителя зерносушиллки: ОУ – зерносушиллка; ВО (воспринимающий орган) – термоотдатчик; СО (сравнивающий орган) измерительный мост; УО – усилительный орган; ИО - (исполнительный орган) - заслонка совместно с электродвигателем; ОС - (обратная связь) - связь между заслонкой и ползунком потенциометра Rс; БП (блок питания) - источник питания.

Такое описание достаточно для понимания общего принципа работы автоматической установки и оснащения её приборами и средствами автоматизации, но не дает количественных соотношений между входными и выходными величинами элементов и системы в целом. Для определения количественных значений параметров элементов и САУ применяют описание в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций и частотных характеристик. Функционально - алгоритмические схемы показывают взаимосвязь составных частей автоматической системы и

характеризуют их динамические свойства. Они разрабатываются на основе функциональных или принципиальных схем автоматики. Структурная схема является наиболее удобной графической формой представления АСУ в процессе исследования ее динамических свойств. На схеме отображают математическую модель процесса управления. На структурной схеме элементы управляющего устройства и объекта управления изображают в виде прямоугольников. Внутри прямоугольника указывается математическая зависимость W_i между выходной и входной величинами данного звена, а связи между звеньями изображают в виде стрелок, указывающих направления и точки приложения воздействий.

Y - регулируемая величина; X_4 - воздействующая на управляемый объект; X_0 - задающая величина; X_1 , X_2 , X_3 , и X_5 - промежуточные значения воздействующих величин одного органа регулятора на другой. Символом W обозначены функции, устанавливающие зависимость выходных величин от входных:

$$Y = W_0(X_4); \quad X_1 = W_1(y); \quad X_2 = W_2(X_0, X_3, X_5); \\ X_3 = W_3(X_2); \quad X_4 = W_4(X_3); \quad X_5 = W_5(X_4).$$

Функция сравнивающего органа W_2 представляет собой разность между задающей величиной X_0 и входными величинами X_1 и X_5 , то есть

$$X_2 = (X_0 - X_1) \pm X_5.$$

Эта разность - сигнал рассогласования - подается на усилитель W_3 . С выхода усилителя сигнала X_3 поступает на двигатель с заслонкой W_4 . Между функционально — структурной и функционально — алгоритмической схемами есть определенная общность: они отражают процесс преобразования и передачи сигнала в системе управления. Различие: функционально - структурная схема - характеризует систему по составным частям, рассматриваемым по их функциональному назначению, а функционально - алгоритмическая схема содержит математическое

описание динамических свойств элементарных звеньев, по которым определяются динамические свойства всей системы.

Функционально-технологическая схема является основным техническим документом, определяющим структуру и функциональные связи между технологическим процессом и средствами контроля и управления. Функциональную технологическую схему выполняют в виде чертежа, на котором схематически, условными изображениями показывают технологическое оборудование, приводные силовые установки и средства автоматизации - измерительные преобразователи (датчики) и исполнительные устройства. В основу условных обозначений приборов и средств автоматизации или связи между ними (по ГОСТу) положены буквенные обозначения в сочетании с простыми условными графическими обозначениями. Все буквенные обозначения (по ГОСТу) построены на буквах латинского алфавита, причем место расположения буквы определяет ее значение.

На схеме автоматизации отражают оснащение объекта техническими средствами автоматизации и вычислительной техники, функции контроля и управления, реализуемые в АСУ ТП, характер процесса передачи и обработки информации; на ней показывают технологическое оборудование, коммуникации, органы управления, приборы и средства автоматизации и вычислительной техники, приборы лабораторного и экспресс-анализа, необходимые для выполнения функций АСУ ТП, устройства ввода-вывода информации, в том числе устройства ручного ввода, устройства представления информации оператору, связи между технологическим оборудованием и всеми перечисленными устройствами автоматизации.

Структурные схемы комплексов технических средств (КТС) выполняют для той части технических средств системы, состав которой, внутренние взаимосвязи и функциональное назначение отдельных