

Министерство образования и науки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

Р. Г. Сафин, А. И. Иванов,
Д. В. Тунцев

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ И ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Автоматизированные системы управления
технологическими процессами

Учебное пособие

Казань
Издательство КНИТУ
2014

УДК 001.8(075)
ББК Ч215я7

Сафин Р. Г.

Актуальные проблемы автоматизации деревообрабатывающих и лесозаготовительных производств. Автоматизированные системы управления технологическими процессами : учебное пособие / Р. Г. Сафин, А. И. Иванов, Д. В. Тунцев; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. – 128 с.

ISBN 978-5-7882-1573-0

Приведены сведения по построению АСУТП на базе концепции открытых систем, а также по функциональным задачам АСУТП, программируемым логическим контроллерам, компьютерным сетям.

Предназначено для магистров, обучающихся по специальности «Технологические машины и оборудование».

Подготовлено на кафедре переработки древесных материалов.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета

Рецензенты: д-р техн. наук, проф., директор ООО «ЭнергоЛесПром»

А. Н. Грачев;

д-р техн. наук, проф., директор ООО НТЦ

«Альтернативная энергетика» *Н. Ф. Тимербаев*

ISBN 978-5-7882-1573-0

© Сафин Р. Г., Иванов А. И., Тунцев Д. В., 2014

© Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Для технологических объектов отрасли как объектов автоматизации характерными являются следующие особенности: решение разнородных функциональных задач, возникающих при автоматизации; сравнительно высокий уровень автоматизации существующих технологических объектов управления (ТОУ); повышение актуальности задач оптимизации и др. Управлять подобными объектами невозможно без современных средств автоматизации и вычислительной техники, без высокоэффективных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП).

АСУТП относятся к классу сложных систем, которым присущи определенные черты, такие как: наличие у всех элементов общей цели; системный характер реализуемых алгоритмов обмена и обработки информации; большое число входящих в систему функциональных подсистем. Для современного этапа развития АСУТП характерно применение промышленных технологий создания и внедрения АСУТП на базе серийно выпускаемых промышленных контроллеров, совместимых с персональными компьютерами, и мощных программно-технических комплексов (ПТК) поддержки программирования АСУТП – SCADA систем, а также развитие и стандартизация сетевых технологий. Построение АСУТП на основе концепции открытых систем позволяет аппаратно-программные средства различных производителей совмещать снизу доверху и обеспечивать проверку всей системы. При таком подходе значительно снижается общая стоимость системы в результате применения более дешевого оборудования (при аналогичных функциональных характеристиках), частичной и поэтапной замены имеющихся на предприятии аппаратно-программных средств или даже сохранения некоторого старого оборудования. Важнейшими свойствами открытых систем являются: мобильность прикладных программ; мобильность персонала; четкие условия взаимодействия частей системы с использованием открытых спецификаций.

В 1-й главе даются основные понятия и определения АСУТП, ТОУ, АТК, функций АСУТП, критерия управления, состава АСУТП и классификационных признаков АСУТП, а также основные понятия сетевой терминологии. Дается определение сети и ее виды:

локальные, распределенные, коммуникационные, информационные. Знакомит с архитектурой сети.

Во 2-й главе рассматривается взаимодействие уровней моделей OSI, описание уровней модели OSI

В главе 3 рассматриваются виды сетей, компоненты локальных сетей, а также различные топологии сетей и их выбор, приводятся основные аппаратные и программные компоненты, рассматривается работа протоколов и сетевая архитектура Ethernet.

В 4-й главе даются определения протоколов, принцип работы протоколов.

Глава 5 знакомит читателя с функциональными задачами АСУТП, алгоритмическим обеспечением основных задач АСУТП.

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) являются одними из современных основных средств автоматизации. Их место в АСУ, структура, операционная система, классификация и выбор рассматриваются в главе 6.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Основные понятия и определения

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) предназначена для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления.

Технологический объект управления (ТОУ) — это совокупность технологического оборудования и реализованного на нем по соответствующим инструкциям или регламентам технологического процесса производства.

К технологическим объектам управления относятся:

- технологические агрегаты и установки (группы станков), реализующие самостоятельный технологический процесс;
- отдельные производства (цеха, участки) или производственный процесс всего промышленного предприятия, если управление этим производством носит в основном технологический характер, т. е. заключается в реализации рациональных режимов работы взаимосвязанных агрегатов (участков, производств).

Совместно функционирующие ТОУ и управляющая им АСУТП образуют *автоматизированный технологический комплекс* (А Т К).

Автоматизированная система управления технологическим процессом - человеко-машинная система управления, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с принятым критерием. Такое определение АСУТП подчеркивает наличие в ее составе современных автоматических средств сбора и обработки информации, в первую очередь средств вычислительной техники; роль человека в системе как субъекта труда, принимающего содержательное участие в выработке решений по управлению; реализацию в системе процесса обработки технологической и технико-экономической информации; цель функционирования АСУТП, заключающуюся в оптимизации работы технологического объекта управления по принятому критерию (критериям) управления путем соответствующего выбора управляющих воздействий.

Критерий управления АСУТП — это соотношение, характеризующее качество функционирования технологического

объекта управления в целом и принимающее конкретные числовые значения в зависимости от используемых управляющих воздействий. Таким образом, критерием управления обычно является технико-экономический показатель (например, себестоимость выходного продукта при заданном его качестве, производительность ТОО при заданном качестве выходного продукта и т. п.) или технический показатель (например, параметры процесса, характеристики выходного продукта).

Система управления ТОО является АСУТП в том случае, если она осуществляет управление ТОО в целом в темпе протекания технологического процесса и если в выработке и реализации решений по управлению участвуют средства вычислительной техники и другие технические средства и человек-оператор.

АСУТП как компоненты общей системы управления промышленным предприятием предназначены для целенаправленного ведения технологических процессов и обеспечения смежных и вышестоящих систем управления оперативной и достоверной технико-экономической информацией. АСУТП, созданные для объектов основного и вспомогательного производства, представляют собой низовой уровень автоматизированных систем управления на предприятии. АСУТП могут использоваться для управления отдельными производствами, включающими в свой состав взаимосвязанные ТОО. АСУТП производства обеспечивает оптимальное (рациональное) управление как всеми АТК и ТОО, так и вспомогательными процессами (приемкой, транспортировкой, складированием входных материалов, заготовок и готовой продукции и т.д.), входящими в состав данного производства. Организация взаимодействия АСУТП с системами управления высших уровней определяется наличием на промышленном предприятии автоматизированной системы управления предприятием (АСУП) и автоматизированных систем организационно-технологического управления (АСОУТ).

АСУТП получает от соответствующих подсистем АСУП или служб управления предприятием непосредственно или через АСУОТ задания и ограничения (номенклатуру подлежащих выпуску продуктов или изделий, объемы производства, технико-экономические показатели, характеризующие качество функционирования АТК, сведения о наличии ресурсов) и обеспечивает подготовку и передачу этим системам необходимой для их работы технико-экономической

информации, в частности о выполнении заданий, продукции, оперативной потребности в ресурсах, состоянии АТК (состоянии оборудования, ходе технологического процесса, его технико-экономических показателях и т. п.).

При наличии на предприятии систем технической и (или) технологической подготовки производства обеспечивается взаимодействие АСУТП с этими системами. АСУТП получают от них техническую, технологическую и другую информацию, необходимую для проведения заданных технологических процессов, и направляют в эти системы фактическую оперативную информацию, необходимую для их функционирования, в том числе для корректировок регламентов проведения технологических процессов. При создании на предприятии комплексной системы управления качеством продукции АСУТП являются ее исполнительными подсистемами, обеспечивающими заданное качество продукции ТОО и подготовку фактической оперативной информации о ходе технологических процессов (статистический контроль и т.д.). Перечень, форма представления и режим обмена информацией между АСУТП и взаимосвязанными с ней другими системами управления (как автоматизированными, так и неавтоматизированными) определяются в каждом конкретном случае в зависимости от специфики производства, его организации и принятой структуры управления им.

1.2. Функции АСУТП

При создании АСУТП должны быть определены конкретные цели функционирования системы и ее назначение в общей структуре управления предприятием. Такими целями, например, могут быть:

- экономия топлива, сырья, материалов и других производственных ресурсов;
 - обеспечение безопасности функционирования объекта;
 - повышение качества выходного продукта (изделия) или обеспечение заданных значений параметров выходных продуктов (изделий);
 - снижение затрат живого труда; достижение оптимальной загрузки (использования) оборудования;
 - оптимизация режимов работы технологического оборудования (в том числе, маршрутов обработки в дискретных производствах)
- и т. д.

Функция АСУТП — это совокупность действий системы, направленных на достижение частной цели управления. Совокупность действий системы представляет собой определенную и описанную в эксплуатационной документации последовательность операций и процедур, выполняемых частями системы. Следует отличать функции АСУТП в целом от функций, выполняемых всем комплексом технических средств системы или его отдельными устройствами. Функции АСУТП подразделяются на управляющие, информационные и вспомогательные.

Управляющая функция АСУТП — это функция, результатом которой является выработка и реализация управляющих воздействий на технологический объект управления. К управляющим функциям АСУТП относятся:

- регулирование (стабилизация) отдельных технологических переменных;
- однократное логическое управление операциями или аппаратами;
- программное логическое управление группой оборудования;
- оптимальное управление установившимися или переходными технологическими режимами или отдельными участками процесса;
- адаптивное управление объектом в целом (например, самонастраивающимся комплексно-автоматизированным участком станков с числовым программным управлением).

Информационная функция АСУТП — это функция системы, содержанием которой являются сбор, обработка и представление информации о состоянии АТК оперативному персоналу или передача этой информации для последующей обработки. К информационным функциям АСУТП относятся:

- централизованный контроль и измерение технологических параметров;
- косвенное измерение (вычисление) параметров процесса (технико-экономических показателей, внутренних переменных);
- формирование и выдача данных оперативному персоналу АСУТП или (АТК);
- подготовка и передача информации в смежные системы управления;
- обобщенная оценка и прогноз состояния АТК и его оборудования.

Отличительная особенность управляющих и информационных функций АСУТП в их направленности на конкретного потребителя (объект управления, оперативный персонал, смежные системы управления).

Вспомогательные функции АСУТП – это функции, обеспечивающие решение внутрисистемных задач. Вспомогательные функции не имеют потребителя вне системы и обеспечивают функционирование АСУТП (функционирование технических средств системы, контроль за их состоянием, хранением информации и т. п.). В зависимости от степени участия людей в выполнении функций системы различаются два режима реализации функций: автоматизированный и автоматический.

Автоматизированный режим реализации управляющих функций характеризуется участием человека в выработке (принятии) решений и (или) их реализации. При этом возможны следующие варианты:

- ручной режим, при котором комплекс технических средств представляет оперативному персоналу контрольно-измерительную информацию о состоянии ТООУ, а выбор и осуществление управляющих воздействий производит человек-оператор;

- режим «советчика», при котором комплекс технических средств вырабатывает рекомендации по управлению, а решение об их использовании принимается и реализуется оперативным персоналом;

- диалоговый режим, при котором оперативный персонал имеет возможность корректировать постановку и условия задачи, решаемой комплексом технических средств системы при выработке рекомендаций по управлению объектом.

Автоматический режим реализации управляющих функций предусматривает автоматическую выработку и реализацию управляющих воздействий. При этом различаются:

- режим косвенного управления, когда средства вычислительной техники автоматически изменяют уставки и (или) параметры настройки локальных систем автоматического управления (регулирования);

- режим прямого (непосредственного) цифрового (или аналого-цифрового) управления, когда управляющее вычислительное устройство формирует воздействие на исполнительные механизмы.

Автоматизированный режим реализации АСУТП информационных функций АСУТП предусматривает участие людей в

операциях по получению и обработке информации. В автоматическом режиме все необходимые процедуры обработки информации реализуются без участия человека.

АСУТП представляют собой системы управления, качественно отличные от систем автоматического регулирования (САР), предназначенных для стабилизации режимов процессов и агрегатов. На рис. 1.1 приведены структуры САР и АСУТП. Системы автоматического регулирования, как правило, представляют собой замкнутые системы управления, функционирующие без участия

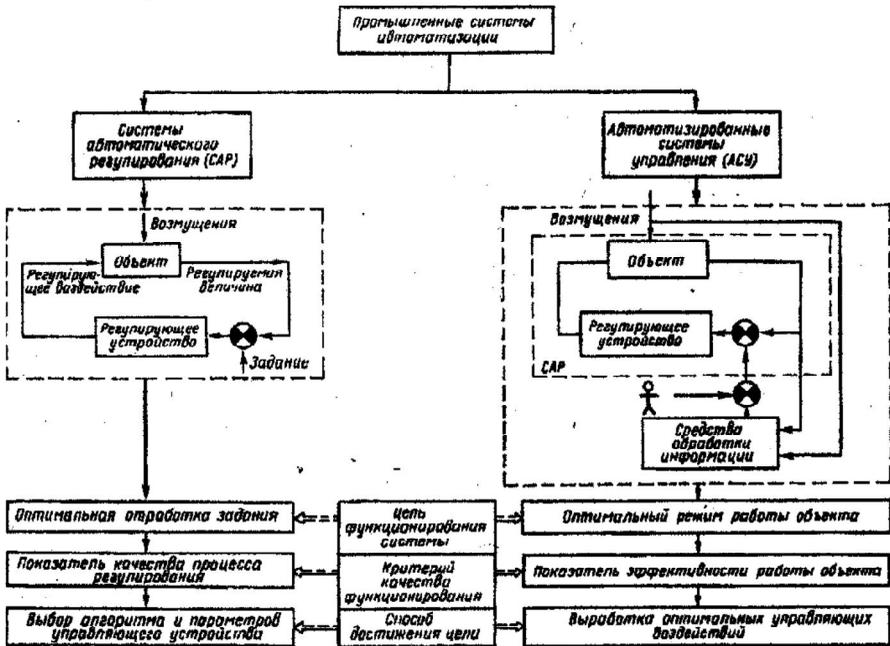


Рис. 1.1. Сравнение промышленных систем автоматизации

человека. Основная цель САР – оптимальная обработка задания, обеспечивающая стабилизацию требуемой физической величины или технологического параметра. При этом значение задания считается известным и может быть как постоянным, так и изменяющимся по заранее известному закону. Структура АСУТП в отличие от САР предполагает непрямое участие человека (оператора) в принятии решений по управлению объектом. Структура АСУТП обязательно

включает контур формирования оператором управляющих воздействий, поскольку цель АСУТП – реализация оптимального режима работы объекта.

Критериями оптимальности технологических режимов, как правило, являются технико-экономические показатели (КПД, удельные расходы сырья, энергии, топлива, себестоимость продукции), которые обычно не могут быть непосредственно измерены, а получаются в результате соответствующих вычислительных процедур

1.3. Состав АСУТП

Для выполнения функций АСУТП необходимо взаимодействие следующих ее составных частей: технического обеспечения (ТО), программного обеспечения (ПО), информационного обеспечения (ИО), организационного обеспечения (ОО), оперативного персонала (ОП).

Техническое обеспечение АСУТП представляет собой полную совокупность технических средств, достаточную для функционирования АСУТП и реализации системой всех ее функций. В состав комплекса технических средств (КТС АСУТП) входят вычислительные и управляющие устройства; средства получения (датчики), преобразования, хранения, отображения и регистрации информации (сигналов); устройства передачи сигналов и исполнительные устройства.

Программное обеспечение АСУТП — совокупность программ, необходимая для реализации функций АСУТП, заданного функционирования комплекса технических средств АСУТП и предполагаемого развития системы. Программное обеспечение АСУТП подразделяется на общее ПО и специальное ПО.

Общее программное обеспечение АСУТП поставляется в комплекте со средствами вычислительной техники. К общему программному обеспечению АСУТП относятся необходимые в процессе функционирования и развития системы программы, программы для автоматизации разработки программ, компоновки программного обеспечения, организации функционирования вычислительного комплекса и другие служебные и стандартные программы (организующие программы, транслирующие программы, библиотеки стандартных программ и др.).

Специальное программное обеспечение АСУТП разрабатывается или заимствуется из соответствующих фондов при создании конкретной системы и включает программы реализации основных (управляющих и информационных) и вспомогательных (обеспечение заданного функционирования КТС системы, проверка правильности ввода информации, контроль за работой КТС системы и т. п.) функций АСУТП. Специальное программное обеспечение АСУТП разрабатывается на базе и с использованием программ общего программного обеспечения. Программы специального программного обеспечения, имеющие перспективу многократного использования, после промышленной проверки могут передаваться в соответствующие фонды или заводам-изготовителям вычислительной техники для включения их в состав общего программного обеспечения.

Информационное обеспечение АСУТП включает:

- информацию, характеризующую состояние автоматизированного технологического комплекса;
- системы классификации и кодирования технологической и технико-экономической информации;
- массивы данных и документов, необходимых для выполнения всех функций АСУТП, в том числе нормативно-справочную информацию.

Организационное обеспечение АСУТП представляет собой совокупность описаний функциональной, технической и организационной структур, инструкций и регламентов для оперативного персонала АСУТП, обеспечивающих заданное функционирование оперативного персонала в составе АТК.

В состав *оперативного персонала* АСУТП входят: технологи - операторы, осуществляющие контроль за работой и управлением ТОУ с использованием информации и рекомендаций по рациональному управлению, выработанных комплексом технических средств АСУТП; эксплуатационный персонал АСУТП, обеспечивающий правильность функционирования комплекса технических средств АСУТП. Ремонтный персонал в состав оперативного персонала АСУТП не входит.

Создание АСУТП допускается осуществлять по подсистемам. *Подсистема* АСУТП — это часть системы, выделенная по функциональному или структурному признаку. Функциональный признак позволяет делить систему, например, на управляющую и