

Ю.С. ПОЧАНИН

АСУ упаковочного производства

16+

Юрий Почанин

АСУ упаковочного производства

«Автор»

2021

Почанин Ю. С.

АСУ упаковочного производства / Ю. С. Почанин — «Автор»,
2021

В книге рассмотрены интегрированные системы управления предприятиями, состоящие из АСУП, АСУТП и робототехнических комплексов. Рассмотрены 5 уровней управления этих систем. На верхнем уровне управления предприятием описаны системы, используемые концепции MRP - ERP. На рабочих местах специалистов используются автоматизированные рабочие места (АРМ) с описанием их видов обеспечения и технических возможностей. На уровне цеха используются системы MES и SCADA . На уровне технологического оборудования, аппаратов задачи управления технологическими процессами решаются локальными системами автоматического управления (САУ) и распределёнными системами управления (PCY). На уровне ввода-вывода описаны интеллектуальные датчики и исполнительные механизмы, которые используются в упаковочном производстве. Описаны роботы, которые могут применяться для обработки, сортировки сырья, пищевых продуктов и их упаковки. Книга рекомендуется для учащихся средних и студентов высших заведений.

© Почанин Ю. С., 2021

© Автор, 2021

Юрий Почанин

АСУ упаковочного производства

2

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированная система управления (АСУ) представляет собой комплекс программно-аппаратных средств и персонала, которые предназначены для управления различными процессами в масштабе технологического процесса, производства, предприятия. Важнейшая задача АСУ — повышение эффективности управления объектом на основе роста производительности труда и совершенствования методов планирования процесса управления.

Управление предприятием представляет собой процесс непрерывного обмена информацией между всеми структурными подразделениями предприятия, а также между данным предприятием и его смежниками. Потоки производственной информации, передаваемые в определенные промежутки времени по каналам связи, отражают материальные процессы, протекающие на уровне предприятия (или на уровне группы предприятий).

Начиная с 80-х годов одним из направлений повышения эффективности производства стало широкое применение информационных технологий. Важным этапом развития на этом пути стало появление понятия гибкой производственной системы (ГПС). Принципиальной особенностью ГПС являлось наличие новой компоненты – компьютерной системы управления, обеспечивающей возможность увязки отдельных процессов, функций и задач в единую систему.

Дальнейшее развитие работ в данном направлении в конце 80-х – начале 90-х годов привело к появлению понятия компьютеризированного интегрированного производства (КИП). Концепция КИП подразумевала новый подход к организации и управлению производством, новизна которого заключалась не только в применении компьютерных технологий для автоматизации технологических процессов и операций, но и в создании интегрированной информационной системы предприятия. Информационная интеграция процессов достигалась путем использования общих баз данных, позволяющих более эффективно решать вопросы разработки и проектирования изделий, подготовки производства, планирования и управления производством, решения задач материально-технического обеспечения, охватывая все процессы предприятия.

Основная роль внедрения систем автоматизации – повышение уровня эффективности, мобильности и облегчения труда сотрудников. Благодаря этим изменениям возрастает уровень конкурентоспособности на рынке, идет мощное использование ресурсной базы.

ГЛАВА 1. МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ АСУП

В конце 60-х годов крупные компании с множеством автоматизированных рабочих мест стали искать способ упростить управление производственными процессами. Первым шагом на этом пути стало появление идеи единой модели данных в масштабе всей организации. Так появилась концепция систем MRP (Material Requirements Planning) (США) – автоматизированное планирование потребности сырья и материалов для производства. Основная концепция MRP состоит в том, чтобы минимизировать издержки, связанные со складскими запасами (в том числе и на различных участках в производстве). В основе этой концепции лежит следующее понятие – Bill Of Material (BOM – спецификация изделия, за которую отвечает конструкторский отдел), которое показывает зависимость спроса на сырье, полуфабрикаты и пр. в зависимости от плана выпуска (бюджета реализации) готовой продукции. При этом очень важную роль играет время. Для того, чтобы учитывать время, системе необходимо знать технологию выпуска продукции (последовательность операций и их продолжительность). На основании плана выпуска продукции, BOM и технологической цепочки осуществляется рас-

чет потребностей в материалах, привязанный к конкретным срокам. Главной задачей MRP-систем является обеспечение наличия на складе необходимого количества требуемых материалов/компонентов в любой момент времени в рамках срока планирования. Сначала с помощью MRP-систем просто формировался на основе утвержденной производственной программы план заказов на определенный период. Это не вполне удовлетворяло возрастающие потребности предприятий. С целью повышения эффективности планирования в конце 70-х гг. в MRP-системах была реализована идея воспроизведения замкнутого цикла (Closed Loop Material Requirement Planning), подразумевающая составление производственной программы и ее контроль на цеховом уровне. К базовым функциям планирования производственных мощностей и планирования потребностей в материалах были добавлены дополнительные функции (например, контроля соответствия количества произведенной продукции количеству использованных в процессе сборки компонентов, составления регулярных отчетов о задержках заказов, об объемах и динамике продаж продукции, о поставщиках и др. Созданные в процессе работы модифицированной MRP-системы отчеты анализировались и учитывались на дальнейших этапах планирования, изменяя (при необходимости) программу производства и план заказов, обеспечивая, тем самым, гибкость планирования по отношению к таким внешним факторам, как уровень спроса, текущее состояние дел у поставщиков компонентов и др. У MRP есть серьезный недостаток. Его суть в том, что, рассчитывая потребность в материалах, мы не учитываем (как минимум) производственные мощности и их загрузку. Поэтому, возникла концепция MRP II (Manufacturing Resource Planning – планирование производственных ресурсов). MRP II позволял планировать все производственные ресурсы предприятия (сырье, материалы, оборудование, персонал и т.д.). Впоследствии концепция MRP II развивалась, и к ней постепенно добавлялись возможности по учету остальных затрат предприятия.

Задачей информационных систем класса MRP II является оптимальное формирование потока материалов (сырья), полуфабрикатов (в том числе находящихся в производстве) и готовых изделий. Система класса MRP II – имеет целью интеграцию всех основных процессов, реализуемых предприятием.

При использовании стандарта MRP II достигнуты следующие результаты:

- получена оперативная информация о текущих результатах деятельности предприятия как в целом, так и с полной детализацией по отдельным заказам, видам ресурсов, выполнению планов;
- использовано долгосрочное, оперативное и детальное планирование деятельности предприятия с возможностью корректировки плановых данных на основе оперативной информации;
- получена возможность решения задач оптимизации производственных и материальных потоков;
- привело к реальному сокращению материальных ресурсов на складах;
- осуществлен контроль за всем циклом производства с возможностью влияния на него в целях достижения оптимальной эффективности в использовании производственных мощностей, всех видов ресурсов и удовлетворения потребностей заказчиков;
- автоматизация работ договорного отдела с полным контролем за платежами, отгрузкой продукции и сроками выполнения договорных обязательств;
- финансовое отражение деятельности предприятия в целом;
- значительное сокращение непроизводственных затрат;
- защита инвестиций, произведенных в информационные технологии;
- возможность поэтапного внедрения системы, с учетом инвестиционной политики конкретного предприятия.

В основу MRP II положена иерархия планов. Планы нижних уровней зависят от планов более высоких уровней, т.е. план высшего уровня предоставляет входные данные, намечаемые

показатели и/или какие-то ограничительные рамки для планов низшего уровня. Кроме того, эти планы связаны между собой таким образом, что результаты планов нижнего уровня оказывают обратное воздействие на планы высшего уровня. Если результаты плана нереалистичны, то этот план или планы высшего уровня должны быть пересмотрены. Таким образом можно проводить координацию спроса и предложения ресурсов на определенном уровне планирования и ресурсов на высших уровнях планирования.

Следующим этапом развития методологии создания АСУ является создание системы ERP (Enterprise Resource Planning – Планирование ресурсов предприятия), называемая иногда также планированием ресурсов в масштабе предприятия (Enterprise-wide Resource Planning). В основе ERP лежит принцип создания единого хранилища данных (repository), содержащего всю деловую информацию, накопленную организацией в процессе ведения деловых операций, включая финансовую информацию, данные, связанные с производством, управлением персоналом, или любые другие сведения. Это устраняет необходимость в передаче данных от системы к системе. Кроме того, любая часть информации, которой располагает данная организация, становится одновременно доступной для всех работников, обладающих соответствующими полномочиями. Концепция ERP стала очень известной в производственном секторе, поскольку планирование ресурсов позволило сократить время выпуска продукции, снизить уровень товарно-материальных запасов, а также улучшить обратную связь с потребителем при одновременном сокращении административного аппарата. Стандарт ERP позволил объединить все ресурсы предприятия, таким образом, добавляя управление заказами, финансами и т.д.

Различие между концепциями MRP II и ERP заключается в том, что первая ориентирована на производство, а вторая – на бизнес. Например, такие вещи, как условия кредитования заказчика по отгрузке готовой продукции, попадают в поле зрения ERP, но не MRP II.

Термин «ERP-система» может употребляться в двух значениях.

Во-первых, это—информационная система для идентификации и планирования всех ресурсов предприятия, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета в процессе выполнения клиентских заказов.

Во-вторых, это—методология эффективного планирования и управления всеми ресурсами предприятия, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета при исполнении заказов клиентов в сферах производства, дистрибьюции и оказания услуг.

Большинство современных ERP-систем построены по модульному принципу, что дает заказчику возможность выбора и внедрения лишь тех модулей, которые ему действительно необходимы. Модули разных ERP-систем могут отличаться как по названиям, так и по содержанию. Тем не менее, есть некоторый набор функций, который может считаться типовым для программных продуктов класса ERP. Такими типовыми функциями являются:

–ведение конструкторских и технологических спецификаций, которые определяют состав конечного изделия, а также материальные ресурсы и операции, необходимые для его изготовления (включая маршрутизацию);

– управление спросом и формирование планов продаж и производства, эти функции предназначены для прогноза спроса и планирования выпуска продукции;

–планирование потребностей в материалах, что позволяет определить объемы различных видов материальных ресурсов (сырья, материалов, комплектующих), необходимых для выполнения производственного плана, а также сроки поставок, размеры партий и т.д.;

–управление запасами и закупочной деятельностью, что позволяют организовать ведение договоров, реализовать схему централизованных закупок, обеспечить учет и оптимизацию складских запасов и т.д.;

–планирование производственных мощностей, эта функция позволяет контролировать наличие доступных мощностей и планировать их загрузку;

–финансовые функции (функции финансового учета, управленческого учета, а также оперативного управления финансами);

–функции управления проектами.

В мировом масштабе (но не в России!) ERP можно рассматривать как пройденный этап. В развитых странах большинство корпораций внедрило у себя систему такого класса.

Авторитетная консалтинговая компания Gartner Group заявила о завершении эпохи ERP-систем в 1999 году. На смену была предложена концепция ERP II – Enterprise Resource and Relationship Processing, управление внутренними ресурсами и внешними связями предприятия. По определению, данному Gartner Group ERP II, – это бизнес-стратегия предприятия, принадлежащего к определенной отрасли, и набор ключевых для данной отрасли приложений, помогающих клиентам и акционерам компаний увеличивать стоимость бизнеса за счет эффективной ИТ-поддержки и оптимизации операционных и финансовых процессов как внутри своего предприятия, так и во внешнем мире – в рамках сотрудничества с другими корпорациями.

Основная идея ERP II заключается в выходе за рамки задач по оптимизации внутренних процессов организации, что позволяет управлять взаимоотношениями с клиентами, цепочками поставок, вести торговлю через Интернет.

Функции систем, которые реализованы в ERP II:

1. Управление взаимоотношениями с клиентами (CRM)

2. Позволяет эффективно управлять контактами с клиентами, рекламными кампаниями, сбытом, проводить маркетинговые исследования. Существует также возможность тарифицировать различные типы контактов и точно оценивать затраты на проведение различных мероприятий.

3. Благодаря интеграции с другими подсистемами появляется возможность сопоставления с результатов маркетинговых кампаний с фактическими данными продаж. Это позволяет повысить координацию работы служб маркетинга, сбыта и снабжения.

4. Сервисным подразделениям система дает возможность организовать эффективное управление послепродажным обслуживанием клиентов. При этом заявки на сервисное обслуживание могут быть инициированы как самими клиентами, так и автоматически, согласно сервисному контракту.

5. Интеграция с подсистемой управления запасами позволяет при приеме заказа на сервисное обслуживание выяснить наличие запасных частей, а в случае их отсутствия определить сроки поступления на склад или зарегистрировать заявку на приобретение. Клиент в любой момент может проследить, как выполнялся заказ и его статус.

Система ERP II позволяет осуществлять электронную коммерцию. Для продвижения своего бизнеса в Интернет необходимо, прежде всего, выстроить и отработать свои бизнес-процессы до открытия Интернет-представительства. Помимо оптимизации рабочих процессов, решения ERP II позволяет создать клиентскую базу, хранить и анализировать данные по предпочтениям. Компания также получает возможность прогнозировать сроки последующих заказов постоянных покупателей и предоставлять более персонализированный сервис, что служит выработке приверженности покупателей к сотрудничеству и установлению длительных отношений с клиентами. Таким образом, использование ERP-систем при ведении электронной торговли позволяет компаниям добиться преимущества по отношению к конкурентам.

Постепенно между MRP II и ERP образовалась промежуточная группа систем, называемая MES (Manufacturing Execution Systems). Она возникла вследствие обособления задач, не относящихся ни к одной из ранее определенных групп. К системам MES принято относить приложения, отвечающие: за управление производственными и людскими ресурсами в рамках технологического процесса, планирование и контроль последовательности операций тех-

нологического процесса, управление качеством продукции, хранение исходных материалов и произведенной продукции по технологическим подразделениям, техническое обслуживание производственного оборудования, связь систем ERP и SCADA/DCS. Одна из причин возникновения таких систем – попытка выделить задачи управления производством на уровне технологического подразделения. Но очень быстро выявились недостатки разделения задач планирования и управления производством на два уровня. Опыт показал, что информационная база этих задач должна быть единой. Клиент-серверная технология позволяет разделить клиентские части задач управления и планирования производства на два уровня: предприятия и цеха. Теперь можно использовать общие серверы базы данных и приложений, а клиентские места распределить по цехам и заводууправлению. Второй путь возникновения систем MES—снизу, от АСУТП. Так произошло отделение тактических задач оперативного управления технологическими процессами от стратегических задач ведения процесса в целом. В частности, в химической, металлургической, пищевой и некоторых других отраслях промышленности можно выделить задачи управления технологическими последовательностями (batch control). Их суть – в обеспечении выпуска продукции в нужном объеме с заданными технологическими характеристиками при наличии возможности перехода на новый вид продукции. Отделились и задачи ведения архива значений технологических переменных с возможностью восстановления производственных ситуаций прошедших периодов и анализа нештатных ситуаций. Появились программы обучения технологического персонала и оптимизации ведения технологических процессов.

На сегодняшний день большое распространение получило использование инструментов [электронной коммерции](#) в системах B2C (Business to Customer) и B2B (Business to Business), обслуживающих взаимоотношения предприятий с покупателями (B2C) и между собой (B2B).

Пример B2C-системы – онлайн-интернет-магазин.

По сравнению с использованием традиционных электронных систем обмена данными (Electronic Data Interchange, EDI), рассчитанных на работу в пределах внутренней сети предприятия, работа с применением B2B во многих случаях оказывается выгоднее, особенно для компаний, желающих установить связи с малыми потребителями и поставщиками, но не имеющих возможности поддерживать сложные и дорогостоящие [EDI-технологии](#).

Технологии B2B в настоящее время переживают настоящий бум, который связан с вступлением развитых стран в постиндустриальный период. Во все больших масштабах крупные корпорации стремятся избавляться от производства, оставляя за собой исследования, проектирование, маркетинг и продажи. Производство же размещается на фабриках, расположенных в странах с дешевой рабочей силой, и являющихся независимыми предприятиями-подрядчиками. Понятно, что такая схема ведения бизнеса невозможна без совершенных B2B-систем.

Со второй половины середины 90-х годов широкое распространение получили концепции CRM (Customer Relations Management) и SCM (Supply Chain Management) – управление отношениями соответственно с заказчиками и с поставщиками. Особо преуспела в этом компания Oracle с системой Oracle Applications, которая ориентирована на доступ к приложениям не только из локальной сети предприятия, но и извне через Интернет.

В дальнейшем была разработана система CSRP – Customer Synchronized Resource Planning (Планирование ресурсов, синхронизированное с покупателем), которая охватывает также и взаимодействие с клиентами: оформление наряд-заказа, техзадание, поддержка заказчика на местах и пр. Таким образом, если MRP, MRP-II, ERP ориентировались на внутреннюю организацию предприятия, то CSRP включил в себя полный цикл от проектирования будущего изделия, с учетом требований заказчика, до гарантийного и сервисного обслуживания после продажи. Основная суть концепции CSRP в том, чтобы интегрировать Заказчика (Клиента, Покупателя и пр.) в систему управления предприятием. То есть не отдел сбыта, а сам покупатель непосредственно размещает заказ на изготовление продукции – соответственно сам несет

ответственность за его правильность, сам может отслеживать сроки поставки, производства и пр. При этом предприятие может очень четко отслеживать тенденции спроса и т.д.

Корпоративные ресурсы, охватываемые CSRP-системой, обслуживают такие этапы производственной деятельности, как проектирование будущего изделия с учетом специфических требований заказчика, гарантийное и сервисное обслуживание. CSRP это первая бизнес методология, которая интегрирует деятельность предприятия, ориентированную на покупателя, в центр системы управления бизнесом.

При использовании модели бизнеса CSRP, традиционные бизнес-процессы пересматриваются в направлении к обслуживанию покупателей и созданию продуктов, удовлетворяющих их потребности. CSRP позволяет построить двунаправленный свободный поток информации между покупателем и производителем.

При реализации ERP-проекта для типового предприятия на первом этапе необходимо выбрать базовую промышленную программно-технологическую ERP-платформу. Таблица 1.1 знакомит с обзором рынка программных продуктов в классе ERP-систем.

Таблица 1.1. Обзор рынка программных продуктов

Таблица 1.1 Обзор рынка программных продуктов

Финансово-управленческие системы		Производственные системы	
Локальные системы	Малые интегрированные системы	Средние интегрированные системы	Крупные интегрированные системы
1С	Concorde XAL		SAP R/3
БЭСТ	Exact		(SAPAG)
Инотек	NS-2000	JD Edwards	Baan
Инфин	Platinum	(Robertson & Blums)	(Baan)
Инфософт	PRO/MIS	MFG-Pro	BPCS
Супер-Менеджер	Scala	(OAD/BMS)	(ITS/SSA)
Турбо- Бухгалтер	SunSystems	SyteLine	Oracle Applications
Инфо-Бухгалтер+	БОСС -Корпорация	(СОКАП/ЗУМГХ)	(Oracle)
+ более 100 систем	Галактика/Парус		Axapta
	Ресурс		(Navision)
	Эталон		

На выбор конкретной платформы оказывают влияние следующие факторы:

- функциональность системы (необходимый набор функций);
- возможность интеграции функций оперативного и бухгалтерского учета с функциями автоматизации процессов принятия решений в управлении;
- масштабируемость системы (максимальное число рабочих мест, распределенность системы, способность к расширению); –стоимость системы (стоимость лицензий, стоимость внедрения и сопровождения);
- объем доработок при внедрении системы;
- гибкость системы (настраиваемость на изменения финансового и налогового законодательств);
- распространенность системы (примеры успешного функционирования системы на предприятиях сходного профиля);
- сервис по сопровождению системы.

В качестве одного из вариантов оптимального решения на основе платформы развертывания корпоративной информационной системы управления и интеграции ее подсистем можно рассмотреть следующее:

- ERP-систему – mySAP.com компании SAP AG;
- СУБД – СУБД промышленного уровня Oracle компании Oracle;
- систему управления документооборотом—Document urn компании Docuinentum Inc.;
- программную систему управления информационной инфраструктурой -OpenView Operations (Hewlett Packard);
- серверную операционную систему—HP-UX компании Hewlett-Packard;
- аппаратно-техническую платформу—серверы компании Hewlett-Packard.

Требования к серверам числу процессоров, оперативной памяти, дисковому пространству – могут быть определены только по результатам обследования, после того как будет определена структура рабочих мест пользователей ERP-системы и других прикладных систем.

Система SAP—это программное обеспечение, при помощи которого можно автоматизировать профессиональную деятельность представителей разных специализаций. Такие приложения «заточены» под конкретную отрасль и существенно упрощают работу в ней и связь с другими структурными единицами. SAP состоит из нескольких функциональных блоков, включает управление, интеграцию и решение всех задач для:

- бухгалтерии и отдела финансов;
- торговли, отношений с клиентурой (системы CRM);
- бюджетирования, казначейства;
- персонала, административной деятельности;
- производства, снабжения, складов, логистики (SCM, EWM);
- рисков и стратегического планирования (GRC);
- системного администрирования, контроля данных и web-сервисов и так далее.

ГЛАВА 2. СТРУКТУРА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Автоматизированная система управления предприятием (АСУП) на сегодняшний день применяется на территории Российской Федерации по методологии MRP и ERP. Оба эти направления являются признанными во всем мире. Что касается появления первых систем автоматизации, то это были системы планирования материальных ресурсов, что соответствовало методологии MRP. Последующие АСУП соответствовали методологии ERP

В настоящее время на российском рынке информационных систем управления предприятием можно выделить три группы этих систем.

Первая из этих групп – это крупные интегрированные пакеты зарубежных разработчиков класса MRPII/ERP, ориентированные на управление на основе бизнес-процессов. Данную группу образуют комплексы интегрированных приложений для автоматизации всей деятельности предприятия различного уровня: от крупной корпорации до среднего предприятия. К данной группе относятся продукты высшего ценового класса от SAP AG (R/3), ORACLE (Oracle Application), BAAN (BAAN IV), Navision-Microsoft (АХАРТА) и другие. Западные системы обычно сделаны «под ключ», поставщики внедряют свои системы как самостоятельно, так и с помощью российских партнеров. Формирование стоимости систем трехуровневое и включает стоимость лицензии на инсталляцию, стоимость консалтинга и обучения персонала, стоимость настройки и внедрения. Причем стоимость настройки и внедрения в три-четыре раза выше стоимости инсталляции системы.

Вторая группа на Российском рынке – это средние интегрированные пакеты отечественных разработчиков (Галактика, Парус, БОСС-Корпорация). Используя западные платформы, например СУБД ORACLE, российские производители предлагают свои корпоратив-

ные системы управления, превосходящие западные по двум параметрам – доступным ценам и учету российской специфики уже в исходных модулях.

Третья группа из этой классификации – малые интегрированные и локальные пакеты отечественных разработчиков.

В современном промышленном производстве все большее значение приобретает возможность оперативного доступа к достоверной и точной информации из любой точки управления производством, поскольку это определяющим образом влияет на эффективность работы предприятия, включая производительность труда, качество и конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Эта задача решается путем создания интегрированной многоуровневой распределенной автоматизированной системы управления (АСУ). В соответствии с ГОСТ 34.003-90 С.2. “Автоматизированные системы. Общие понятия” интегрированная автоматизированная система, это совокупность двух или более взаимоувязанных автоматизированных систем (АС), в которой функционирование одной из них зависит от результатов функционирования другой (других) так, что эту совокупность можно рассматривать как единую АС.

Интегрированная автоматизированная система – взаимосвязанная совокупность автоматизированных промышленных систем, функционирующих в едином информационном пространстве путем стандартизации представления информации на этапах проектирования, управления, эксплуатации технических средств.

В состав интегрированных автоматизированных систем могут входить следующие типы автоматизированных систем.

1. Автоматизированная система управления предприятием (АСУП).
2. Автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП).
3. Система автоматизированного проектирования (САПР).
4. Автоматизированная система управления гибкой производственной системы (ГПС)- (АСУГПС).
5. Автоматизированная система технической подготовки производства (АСТПП).
6. Автоматизированная транспортная или транспортно- складская (транспортно -накопительная) система (АТСС).
7. Автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО).
8. Автоматизированная система контроля (САК).
9. Автоматизированная система удаления отходов (АСУО).
10. Система обеспечения профилактики и ремонтом оборудования (СПР).

Можно выделить множество различных частных концепций ИАСУ, в которых на первый план в зависимости от целей интеграции могут выступать проблемы технической, информационной, программной, организационной совместимости и взаимодействия, функциональной интеграции, организации согласованной работы между различными видами АСУ, интеграции автоматизированной и неавтоматизированной частей системы управления, отдельных фаз цикла управления, системы автоматизированной обработки данных, а также данных, необходимых для принятия решений.

Рассмотрим интегрированную систему автоматизации предприятия, состоящая из двух систем: автоматизированная система управления производством (АСУП) и автоматизированной системы управления технологическими процессами АСУ ТП. Данная интегрированная автоматизированная система может быть представлена в виде 5-уровневой пирамиды (0-4), рис.2.1.



Рис.2.1 Уровни интегрированной системы автоматизации производства

Причем уровни 0-2 относятся к АСУ ТП, а уровни 3-4 – к АСУП. Каждый уровень управления характеризуется циркулирующей в нем информацией, рис.2.2.

Исторически сложилось так, что верхний уровень (АСУП) и нижние уровни (АСУТП) развивались не независимо друг от друга и фактически отсутствовал достаточно интеллектуальный интерфейс, который бы их объединял.

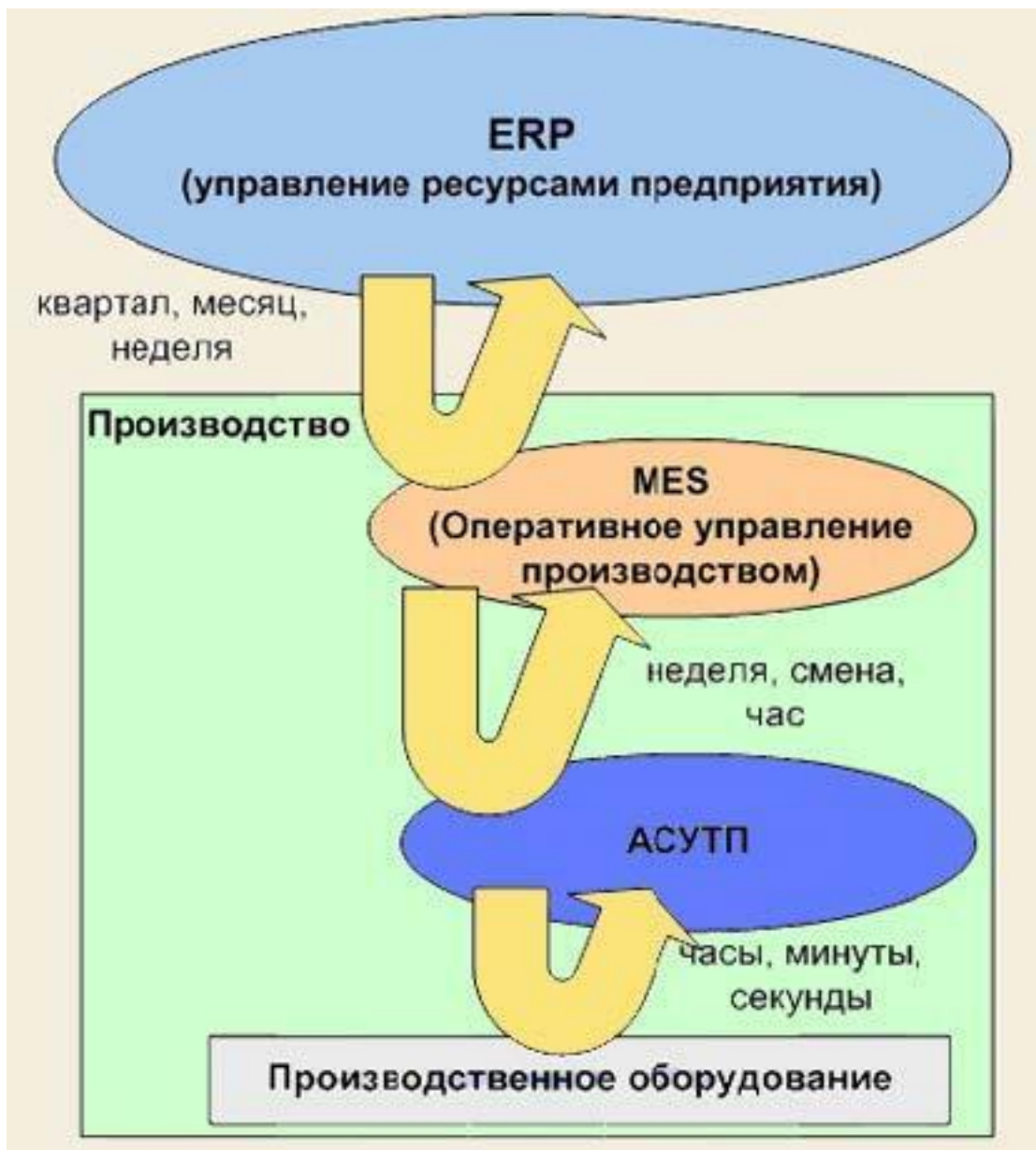


Рис. 2.2. Контуры циркулирующей информации по уровням автоматизации

Это обстоятельство на современном уровне развития промышленности стало тормозящим фактором. Для эффективной работы производственного предприятия и для принятия на верхнем уровне как стратегических, так и тактических решений требуется интеграция всех систем управления производством.

Возможности систем управления производством во многом определяются составом и функциями комплекса инструментальных программных средств, предназначенного для построения автоматизированных систем управления технологическими процессами и для интеграции их как с системами управления производством верхнего уровня, так и со средствами управления нижнего уровня (датчики, исполнительные механизмы и др). Использование такого инструментария обеспечивает возможность создания интегрированных сквозных систем управления производством в реальном масштабе времени.

Типовые функции/уровни управления в интегрированных системах.

1. Планирование ресурсов предприятия (уровень стратегического управления) – ERP – системы. В основном экономические задачи.

2. Управление процессом производства. Функции автоматизации управленческой и финансово-хозяйственной деятельности – MRP – системы.

3. Автоматизация управления производством – MES – системы относятся к АСУ производства: планирование и контроль последовательности операции технологического процесса, учет исходных материалов и произведенной продукции, наблюдение за технологическим обслуживанием производственного оборудования.

4. Передача информации с уровня АСУТП на уровень управления предприятием.

5. Диспетчерское управление предприятием (SCADA – системы).

6. Управление вводом/выводом, непосредственное регулирование технологического процесса (ПЛК).

7. Ввод/вывод информации с датчиков и исполнительных механизмов.

Все функции ИСУ можно разделить на 2 класса:

1. Управляющие системы. Они обеспечивают сбор информации и выдачу команд исполнительным устройствам.

Эти системы работают в реальном масштабе времени, построены с широким использованием вычислительной техники.

2. Информационные системы. Обеспечивают сбор и выдачу информации о ходе технологического процесса. Полученная в результате расчетов информация имеет рекомендательный характер. Все решения принимаются человеком с участием автоматизированных систем.

2.1. Системы управления на уровне предприятия

На уровне предприятия используются системы ERP и MRP, которые являются конкретными программными пакетами, реализующими эти системы. В состав АСУ могут входить разные подсистемы, которые определяются спецификой предприятия. Однако, существует ряд типовых подсистем для производственных предприятий.

Подсистема оперативного планирования и управления основным производством является важнейшей подсистемой АСУ. В соответствии со стадиями процесса управления в этой подсистеме можно выделить следующие функции: планирование, учет и контроль, анализ, регулирование, нормативные расчеты.

Планирование включает решение следующих задач:

–разработка подетального плана производства;

–расчет планового объема выпуска товарной продукции на квартал и месяц;

–определение потребности в материальных, денежных, трудовых и других ресурсах, необходимых для выполнения плановых заданий;

–межцеховое календарное планирование, состоящее в согласовании по срокам выпуска изделий сборочными цехами и запуска деталей в механических и заготовительных цехах;

–внутрицеховое календарное планирование, состоящее в составлении календарных планов запуска-выпуска изделий на участках и в цехах.

Учет и контроль включают решение таких задач:

–ежедневный учет хода выполнения плана в цехах и на участках за истекший день и с нарастающим итогом с начала месяца;

–учет потерь от брака;

–учет и контроль использования рабочего оборудования;

–учет незавершенного производства.

Анализу подвергаются:

–итоги работы цехов и участков за истекший день и отклонения от плана;

–отклонения комплектности оборотных заделов от нормативов;

–использование фонда заработной платы;

–использование оборудования и определение недогруженного и дефицитного оборудования;

- использование материалов;
- обеспеченность производства ресурсами по состоянию на текущий день.

Регулирование производства включает:

- коррекцию календарных планов выпуска деталей и изделий по результатам анализа состояния производства и обеспеченности ресурсами;
- регулирование величин нормативных оборотных заделов;
- составление сменно-суточных заданий на участках и в цехах.

Нормативные расчеты включают расчеты календарно-плановых нормативов, в частности:

- нормативных опережений участков и цехов по технологическому процессу относительно сборки;
- нормативных оборотных заделов;
- экономического размера партий (для серийного производства);
- нормативного уровня страховых заделов (деталей и пр.).

Дифференциация предприятий по типу производства на массовые, крупносерийные, мелкосерийные и единичные обусловила необходимость разработки различных систем планирования и управления. Системы характеризуются разными планово-учетными единицами, степенью централизации системы планирования, а также периодами планирования, контроля и регулирования.

Методы оперативного планирования в массовом производстве основываются на централизованном поддетальном планировании для цехов основного производства.

Для заготовительных и механических цехов календарные планы составляются по критерию равномерной загрузки оборудования, с учетом комплектного хода сборки, а для сборочного цеха – по критерию выполнения заказов в директивные сроки (минимизация опозданий). Относительно несложный характер производства и постоянная номенклатура изделий позволяют последовательно переходить от укрупненного планирования на квартал и месяцы к оперативно-календарному планированию на короткие отрезки времени (смена, сутки) на участках с массовым и крупносерийным производством и выдаче сменных заданий на рабочие места. Основной планово-учетной единицей является деталь-операция. Применение АСУ необходимо при выполнении расчетов по годовому поддетальному плану, по загрузке оборудования, ритмам работы поточных линий, календарно-плановым нормативам и т. д.

Обобщенная информация, поступающая в АСУ, подсистема “управление” в виде документов, сообщений, сигналов, данных, необходимых для функционирования АСУ, в подсистеме управление производством представлена на рис.2.3.

Схема информационных потоков в подсистеме бухгалтерского учета представлена на рис. 2.4.

Схема информационных потоков в подсистеме управления торговлей и складом представлена на рис.2.5.

В России хорошо зарекомендовали себя следующие системы в интегрированных АСУ.

1. Система "1С: Предприятие" (разработана компанией «1С»). Предназначена для комплексной автоматизации экономической деятельности предприятий различных направлений деятельности и форм собственности. «1С: Предприятие» позволяет организовать в единой системе эффективный бухгалтерский, кадровый, оперативный торговый учет, а также расчет заработной платы.



Рис.2.3. Схема информационных потоков в подсистеме управления производством

Комплексная конфигурация «1С: Предприятие 7.7» обеспечивает интегрированное ведение учета, которое включает единую систему ведения нормативно-справочной информации, автоматическое отражение торгово-складских операций и расчета заработной платы в бухгалтерском учете, финансовый учет по нескольким юридическим лицам, консолидированный управленческий учет.

2. Система «Галактика» Предназначена для автоматизации управления в корпорациях со сложной структурой, финансово-промышленных группах, а также на отдельных промышленных и торговых предприятиях. Система осуществляет информационное обеспечение руководителей различных уровней и категорий, от высшего менеджмента до руководителей подразделений, служб и участков.

3. Система «Парус» Данная система представляет собой программный комплекс для автоматизации управления предприятием любого размера и структуры, построенный на базе СУБД ORACLE и MS Office. Программный комплекс обеспечивает автоматизацию четырех основных бизнес- направлений финансово-хозяйственной деятельности предприятия: управление финансами, логистики, управления производством, управления персоналом



Рис.2.4. Схема информационных потоков в подсистеме бухгалтерского учета

4. Система AVACCO, как пример интегрированной системы управления, рис. "AVACCO" – комплексная система автоматизации, специально созданная для удовлетворения специфических, персональных потребностей заказчика (создана с применением технологии конструктора), рис. 2.6. Система предназначена для динамично развивающихся предприятий,

успешно перешедших из числа малых в состав средних и готовых перейти к способам управления более высокого уровня путём комплексной автоматизации бизнеса.



Рис.2.5. Схема информационных потоков в подсистеме управления торговлей и складом

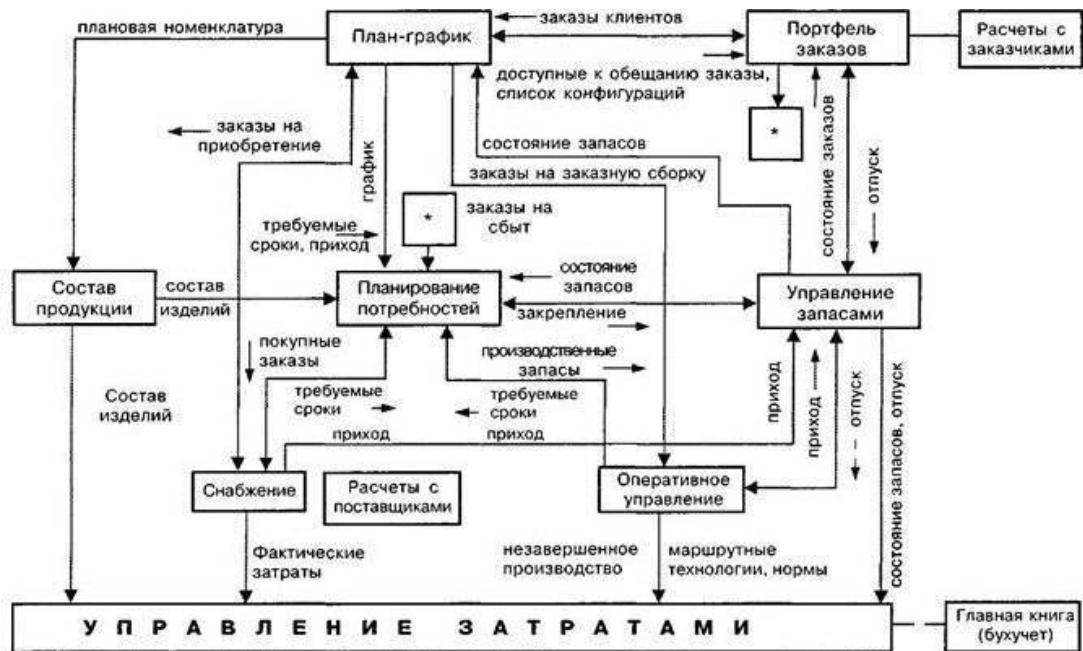


Рис.2.6. Схема информационных потоков в система AVACCO

2.1.1. Автоматизированное рабочее место пользователя

Деятельность различных категорий работников в сфере организационно-экономического управления опирается на широкое использование автоматизированных рабочих мест (АРМ), как базового инструмента повышения эффективности их труда. АРМ определяют как совокупность информационно – программно-технических ресурсов, обеспечивающих пользователю обработку данных и автоматизацию управленческих функций в конкретной предметной области.

АРМ позволяет пользователю перенести на компьютер выполнение типовых повторяющихся операций, связанных с накоплением, систематизацией, хранением, поиском, обработкой, защитой и передачей данных.

Технологическое обеспечение АРМ включает в себя следующие виды обеспечения: организационное, техническое, информационное, математическое, программное, лингвистическое, правовое и эргономическое.

Организационное обеспечение формируется комплексом документов, регламентирующих деятельность специалистов при использовании АРМ в соответствии со своими служебными обязанностями.

Техническое обеспечение АРМ предназначено для непосредственного выполнения всех операций, гарантируя при этом обработку заданных объёмов данных к требуемому моменту времени. Кроме того, техническое обеспечение является основой реализации надёжного обмена данными как в локальных, так и в глобальных сетях. Основную часть технического обеспечения АРМ составляют персональные компьютеры (ПК) универсального назначения, обладающие значительной вычислительной мощностью. В ПК типовым решением стало применение процессоров семейства Pentium 4 (тактовая частота процессоров приблизилась к 4 МГц). Усилена специализация шин, доминирующими интерфейсами становятся: PCI Express – для связи всех, находящихся на системной плате, ключевых компонентов системы; US B 2.0 – для подключения внешних устройств; SATA – для обмена данными с винчестерами. Расширяется практика применения ноутбуков, в том числе мобильными пользователями.

Информационное обеспечение АРМ ориентировано на поддержку привычных пользователям особенностей структуризации используемых данных, позволяющих осуществлять быст-

рый поиск, внесение необходимых изменений, подготовку документов и отчётов. Типовым решением является обеспечение доступа пользователей с различных АРМ к информационно-справочной системе, например "Консультант Плюс".

Лингвистическое обеспечение объединяет совокупность языковых средств для формализации естественного языка, построения и сочетания информационных единиц, ориентированных в целом на эффективную реализацию пользовательского интерфейса.

Математическое обеспечение представляет собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, обеспечивающих обработку данных с получением требуемых результатов. Математическое обеспечение включает средства моделирования процессов управления, методы оптимизации исследуемых процессов и принятия решений (методы многокритериальной оптимизации, математического программирования, математической статистики, теории массового обслуживания и др.).

Программное обеспечение (ПО) формируется совокупностью программ, позволяющих организовать решение задач на компьютере. Во взаимодействии с техническими средствами оно непосредственно обеспечивает решение задач того или иного класса; при этом используется как системное, так и специальное (прикладное) ПО. Основу системного ПО для АРМ различного назначения составляют обычно операционные системы (ОС) семейства (клона) Windows. В большинстве случаев конкретная специализация АРМ задаётся функционально ориентированными пакетами прикладных программ. Перепрофилирование АРМ для другой предметной области осуществляется, как правило, изменением состава прикладного ПО. Традиционно использование в качестве прикладного ПО широкого назначения интегрированного пакета программ MS Office, обычно в составе редактора Word, электронных таблиц Excel, СУБД Access, системы подготовки презентаций Power Point, почтовой программы Outlook Express.

Состав специализированного прикладного ПО АРМ определяется его предметной направленностью. Так, АРМ бухгалтера обязательно оснащён программой автоматизации бухгалтерского учёта; в последние годы в этой области доминирует сетевая версия семейства программ "1С: Предприятие 7.7". В области финансового менеджмента, в составе АРМ находит применение программа Project Expert, ориентированная на анализ групп проектов и разработку бизнес-планов. Для работы в реальном времени (в режиме on-line) на финансовых рынках широко используют пакет технического анализа Meta Stock. В банковской практике АРМ реализованы, как правило, в составе автоматизированной банковской системы, например 5NTe BANK; входящий в неё АРМ коммуникаций поддерживает обмен данными с филиалами, системой межбанковских расчётов, клиентами (посредством системы "Клиент-Банк") и др.

Во многом состав специализированного прикладного ПО зависит от положения пользователя в иерархии управления. АРМ руководителей верхнего уровня (директоров, заместителей, главных специалистов) в значительной степени ориентированы на поддержку решения задач стратегического планирования, поиска финансовых ресурсов, формирования инвестиционной политики, организации новых направлений деятельности, предполагающих формирование оперативных аналитических отчётов, прогнозирование поведения экономических показателей, проведение многовариантного имитационного моделирования.

Актуальное значение при определении состава ПО имеет обеспечение информационной безопасности АРМ (регламентация доступа к ресурсам, антивирусная защита, резервное копирование, шифрование, электронная цифровая подпись и др.).

Правовое обеспечение представляет собой совокупность правовых норм, регламентирующих правоотношения при создании и эксплуатации ИС и ИТ.

Эргономическое обеспечение формируется совокупностью методов и средств, предназначенных для создания оптимальных условий высококачественной, высокоэффективной и безошибочной деятельности пользователей. Снижению утомляемости пользователя способ-

ствуют: использование дисплея с плоским экраном и антибликовым покрытием (предпочтительнее дисплеи на жидких кристаллах); правильное расположение источников света с номинальной мощностью; поддержание расстояния между экраном и глазами на уровне 40—50 см; перерывы на 15—20 минут после двух часов работы; регулярная протирка экрана, влажная уборка помещения и его периодическое проветривание (эффективны кондиционеры).

Сетевое, локальное и немашинное обеспечение АРМ. Если считать, что реально ИС является множеством взаимосвязанных АРМ, то по отношению к каждому из них все информационное обеспечение (ИО) следует разделить на локальное и сетевое, [рис.2.7](#).

Локальное ИО – это исходные и результирующие данные и знания, непосредственно находящиеся в АРМ; сетевое ИО – это данные и знания, поступающие в АРМ из локальной сети, другого АРМ, сети Интернет или сетей сторонних организаций.

Сетевое ИО функционирует на основе корпоративных, коммерческих и других порталов, обеспечивающих единообразный доступ к корпоративным информационным ресурсам, а также ресурсам сторонних организаций и сети Интернет.

Типовой состав корпоративного портала, следующий:

- поисковый механизм с единым механизмом доставки информации;
- системы управления данными;
- средства организации совместной работы пользователей с одними и теми же данными;
- обеспечение безопасности.

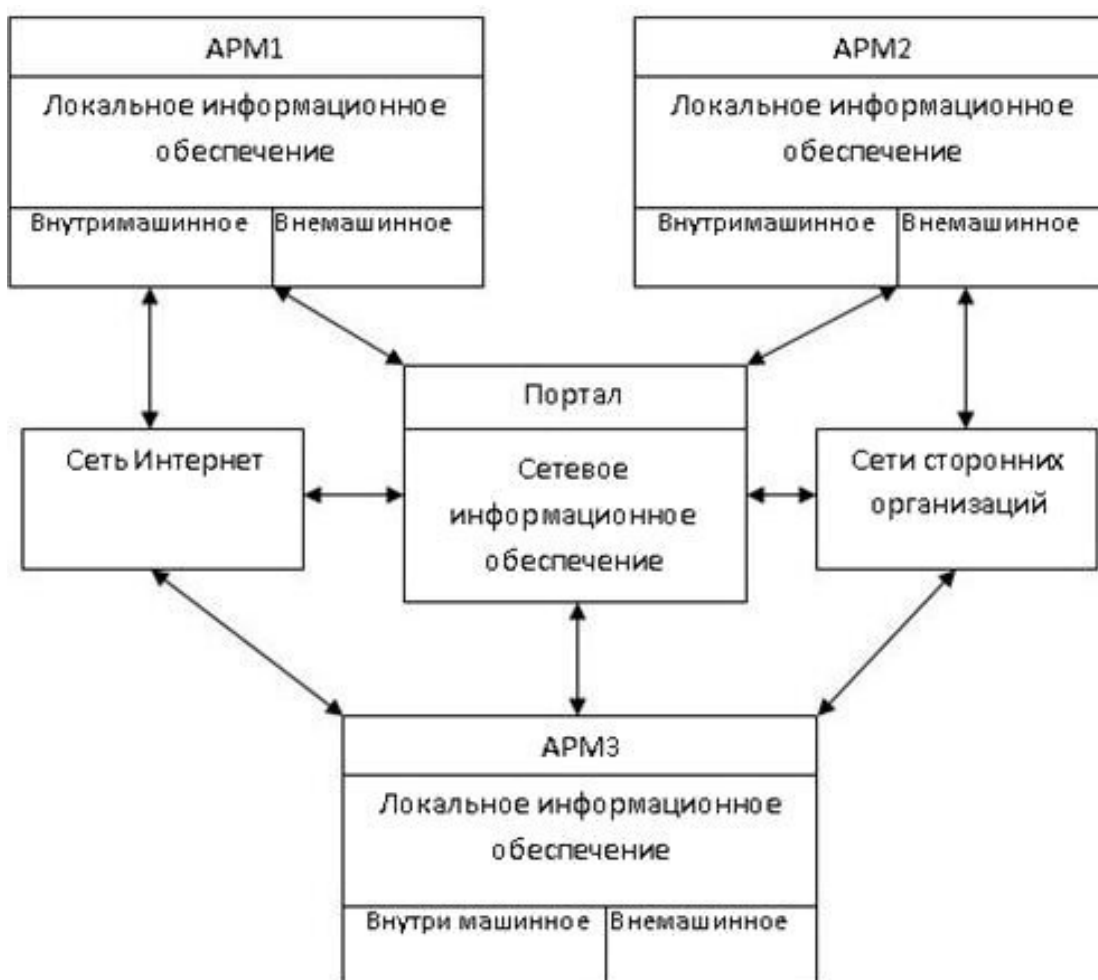


Рис.2.7. Сетевое и локальное ИО АРМ

Сетевое ИО содержит данные, которые могут быть затребованы для решения задач в различных узлах сети. Его поддержка в рабочем состоянии осуществляется специально создаваемой централизованной службой, в функции которой входит замена устаревших данных, их корректировка или удаление. Как правило, сетевое ИО содержит нормативно-справочные данные, являющиеся едиными для всех подразделений предприятия, а также информацию из сети Интернет и информацию, поступившую от сторонних организаций, рис. 2.8.



Рис. 2.8. Структура сетевого ИО предприятия

В свою очередь, локальное ИО АРМ делится на немашинное и внутримашинное. Немашинное ИО – это множество бумажных и других управленческих документов, воспринимаемых человеком, а также методов их построения. Рассмотрим структуру немашинного ИО, представленную на рис. 2.9.

Экономический показатель – это неделимая совокупность реквизитов-признаков и одного реквизита-основания, образующих экономический смысл.

Экономические показатели составляют содержание большинства управленческих документов. Под бумажным (ручным) документом понимается информационное сообщение на естественном языке, зафиксированное ручным или печатным способом на бланке. Бумажные документы, созданные на базе стандартов, называются унифицированными. В состав унифицированной документации входят финансовая, банковская, расчётно-платежная и др.

Все управленческие документы делятся на три группы:

- входные оперативные;
- нормативно-справочные (условно-постоянные) и
- результатирующие.

Во входных оперативных документах фиксируются факты финансово-хозяйственно-производственного характера.



Рис. 2.9. Структура внемашинного ИО АРМ

Наиболее объёмная нормативная документация – та, которая содержит материальные и трудовые нормы на изготовление продукции. Меньше по объёму конструкторско-технологическая документация, содержащая состав изделий, технологию их изготовления, маршруты изготовления продукции и т.д. Справочная документация содержит расшифровки кодов материалов, табельных и инвентарных номеров и т.д. Плановые документы предназначены для фиксации плановых показателей выпуска и реализации продукции, её поставок и продаж.

Результатирующие документы предназначены для конечного пользователя. Это ведомости, отчёты, таблицы, диаграммы, графики, используемые для формирования отчётности и принятия решений.

Внутримашинное информационное обеспечение АРМ – это ИО, которое размещается в памяти компьютера в соответствии с определённой моделью. Оно может быть организовано в форме файлов, баз данных, хранилищ данных, баз знаний, рис. 2.10.



Рис. 2.10. Структура внутримашинного ИО

Для обработки файл должен характеризоваться структурой, т.е. именем для его поиска, количеством полей в записи, последовательностью фиксации полей в записи, типом записи (постоянная или переменная длина записи), типом поля (символьное или числовое), длиной поля (количество разрядов), ключом доступа.

Ключи доступа, используемые для поиска нужных записей, могут быть первичными и вторичными. Ключ называется первичным, если с его помощью отыскивается одна запись, и вторичным, если больше одной.

Для обращения каждый файл должен иметь имя (не более 8 символов) и расширение, уточняющее его назначение: EXE, COM— программные файлы, готовые к использованию; DBF— файлы базы данных; DOC, TXT— текстовые файлы и т.д. По содержанию выделяют файлы данных и программные файлы.

Структура файла соответствует структуре управленческого документа из внешнемашинного ИО. Поэтому они группируются следующим образом:

—входные оперативные— содержат переменную информацию, отражающую текущие производственно-хозяйственные факты;

—входные оперативные— содержат переменную информацию, отражающую текущие производственно-хозяйственные факты;

- условно-постоянные—содержат нормативно-справочные данные;
- результатирующие—содержат результаты расчётов;
- корректирующие—содержат данные для корректировки условно-постоянных данных.

Однако файловая система обладает рядом серьёзных недостатков: во-первых, чрезмерная избыточность данных, являющаяся причиной возрастания затрат на их корректировку; во-вторых, высокая зависимость прикладных программ от изменения структуры файлов. Эти недостатки предопределили появление баз данных.

База данных—это множество данных, структурированных в памяти компьютера таким образом, что достигаются их минимальная избыточность и максимальная независимость от прикладных программ. Данные в базе находятся в памяти в соответствии с некоторой моделью.

В процессе управления предприятиями и организациями широко используются таблицы, поэтому наиболее распространённой моделью баз данных в настоящее время является реляционная модель.

Система управления базами данных (СУБД)— это комплекс программ, предназначенный для создания и хранения базы данных, обеспечения логической и физической целостности данных, предоставления к ней санкционированного доступа конечных пользователей. Решение задач с помощью СУБД может осуществляться в двух режимах:

- режим конечного пользователя с применением конструктора баз данных и запросов;
- программный режим, предполагающий знание пользователем языка СУБД, и позволяющий создавать прикладные программы.

Конечный пользователь, как правило, применяет конструктор, с помощью которого задаются структура БД, формулы для расчётов и структура отчёта. Программный режим предполагает создание программ с помощью программистов-профессионалов.

Актуальное направление в развитии БД—разработка методов и средств интеграции их с информационными ресурсами Интернета и создание на этой основе Интранета. Интранет или термин интрасеть, в отличие от Интернета, это внутренняя частная сеть организации или крупного государственного ведомства. Как правило, Интранет – это Интернет в миниатюре. Как известно, с помощью Интернета можно получить неструктурированную текстовую информацию, представленную в виде HTML-страниц. Эти страницы хранятся на Web – серверах. Применение этой информации сводится к разработке соответствующих методов построения Web-интерфейсов для взаимодействия информационных ресурсов Интернета и БД. Под таким взаимодействием понимается:

- публикация информации из БД в сети Интернет, т.е. преобразование формата БД в формат HTML-страниц;
- получение информации из Интернета, т.е. преобразование формата HTML-страниц в формат, воспринимаемый СУБД.

С появлением и развитием корпоративных и иных сетей появилась возможность организации доступа к одним и тем же данным из различных структурных подразделений предприятия или из других регионов. При этом разработаны два вида баз данных – централизованные и распределённые.

Централизованная БД характеризуется тем, что полностью находится на центральном компьютере, к которому пользователи (клиенты) обращаются за информацией с помощью своих компьютеров. Один компьютер, располагающий ресурсами, называется сервером. Компьютер, который обращается к серверу за данными или за требованиями решения задачи, называется клиентом.

Недостатки централизованной БД: необходимость передачи большого потока данных, низкая надёжность и низкая производительность. Преимущества: минимальные затраты на корректировку.

Для снижения остроты перечисленных недостатков создают распределённые базы данных, т.е. БД, части которых находятся в различных узлах сети. Предприятия сами по себе имеют распределённую структуру, поэтому данные фактически распределены по структурным подразделениям. Отсюда ИС должны содержать распределённую базу данных, которая должна отражать структуру предприятия. Фактически распределённая БД есть виртуальный объект, составные части которого хранятся в разных узлах сети. Для пользователя они находятся в одной логической модели базы данных.

Полностью распределённая БД создается в тех случаях, когда частота решения всех задач и объёмы передаваемых данных для их решения примерно одинаковы. Однако, если частота решения одних задач очень отличается от частоты решения других и при этом объёмы передаваемых данных остаются прежними, то можно пойти на дублирование некоторых данных, тем самым сократив затраты на их передачу. Тогда получают частично распределённую базу данных.

Главный критерий распределения данных в сети состоит в следующем: данные должны находиться там, где существует наибольшая частота обращения к ним.

Для решения экономических задач в среде централизованной или распределённой базы данных можно воспользоваться одним из следующих методов: доступ на основе архитектуры сети видов "файл—сервер" и "клиент—сервер".

Файл-серверная обработка—это обработка данных преимущественно на рабочих местах клиентов. Сетевое программное обеспечение занято лишь передачей данных на рабочую станцию.

Доступ на основе архитектуры сети вида "клиент—сервер" возможен в следующих вариантах:

- доступ к удаленным данным (ДУД);
- доступ с помощью сервера баз данных (СБД);
- доступ с помощью сервера приложений (СП).

Согласно модели ДУД на компьютере клиента располагаются программа ввода исходных данных, программа, осуществляющая решение задачи на основе дополнительно поступивших с сервера данных, и программа печати результатов.

Согласно модели СБД на компьютере клиента находятся программы ввода исходных данных и печати. Программа решения задачи находится на сервере, где, собственно, и происходит её запуск. На компьютере клиента осуществляется лишь ввод исходных данных и печать результатов.

Согласно модели СП, ввод, передача, обработка и печать результатов выполняются так же, как и в модели СБД, за исключением того, что прикладная программа и исходные данные находятся на одном сервере, а доступ к серверу приложений по модели СП БД – на другом, рис.2.11.



Рис. 2.11. Доступ к серверу приложений по модели СП

2.2. Автоматизированные системы на уровне цеха

В общей структуре предприятия отдельные производства или крупные цехи и их совокупность, образующая основное производство предприятия, занимают промежуточное положение между технологическими подразделениями нижнего уровня—оборудованием и организационно-хозяйственными подразделениями верхнего уровня—функциональными отделами и службами. Поэтому рассматриваемые АСУ производствами относятся к среднему уровню в общей иерархии управления предприятием и являются связующим звеном между АСУ технологическими процессами (АСУ ТП) и АСУП.

На уровне цеха в системе управления применяются системы MES (Manufacturing Execution Systems), интегрированная информационно-вычислительная система, объединяющая инструменты и методы управления производством в реальном времени, которые ориентированы на информатизацию задач оперативного планирования и управления производством, оптимизацию производственных процессов и производственных ресурсов, контроля и диспетчеризации выполнения планов производства с минимизацией затрат.

Контур управления уровня MES (оперативно-производственный) опирается на отфильтрованную и обработанную информацию, поступающую как от АСУТП, так и от других служб производства (снабжения, технической поддержки, технологических, планово-производственных и т.д.). Вариант реализации MES-проекта на производстве представлен на рис.2.12.

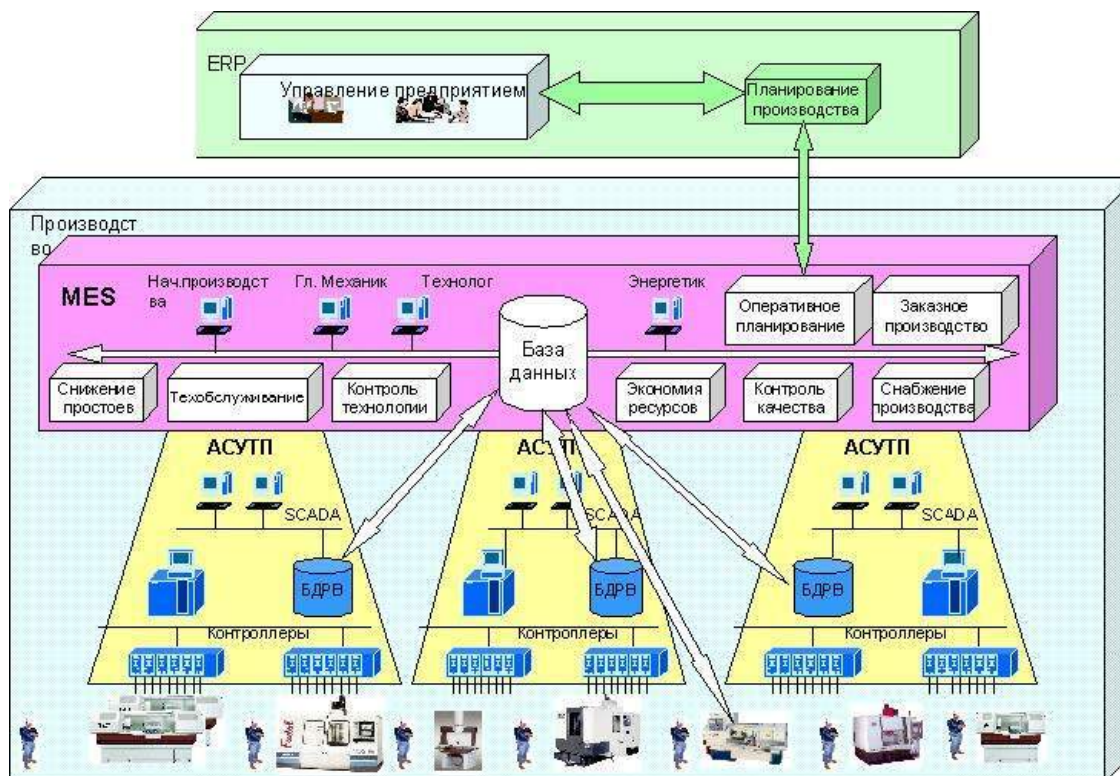


Рис. 2.12. Вариант реализации MES-проекта на производстве.

Интенсивность информационных потоков здесь существенно ниже и связана с задачами оптимизации заданных производственных показателей (качество продукции, производительность, энергосбережение, себестоимость и т.д.). Типовые времена циклов управления составляют часы, смены, неделя. Оперативное управление производством в этом контуре управления осуществляется специалистами, которые более детально, чем высший менеджмент, владеют производственной ситуацией (руководители производственных цехов, участков, главные технологи, энергетики, механики и др.).

Главное отличие **MES** от **ERP** заключается в том, что MES системы, оперируя исключительно производственной информацией, позволяют корректировать либо полностью перерасчитывать производственное расписание в течение рабочей смены столько раз, сколько это необходимо. В **ERP системах** по причине большого объема административно-хозяйственной и учетно-финансовой информации, которая, непосредственного влияния на производственный процесс не оказывает, перепланирование может осуществляться не чаще одного раза в сутки.

За счет быстрой реакции на происходящие события и применения математических методов компенсации отклонений от производственного расписания, MES системы позволяют оптимизировать производство и сделать его более рентабельным.

MES системы, собирая и обобщая данные, полученные от различных производственных систем и технологических линий (нижний уровень пирамиды), выводят на более высокий уровень организацию всей производственной деятельности, начиная от формирования производственного заказа и до отгрузки готовой продукции на склады. Таким образом, **MES** – это связующее звено между ориентированными на финансово-хозяйственные операции **ERP-системами** и оперативной производственной деятельностью предприятия на уровне цеха, участка или производственной линии.

Функции, выполняемые **MES**-системами, могут быть интегрированы с другими системами управления предприятием, такими как Планирование Цепочек Поставок (SCM), Про-

дажи и Управления сервисом (SSM), Планирования Ресурсов Предприятия ([ERP](#)), Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП), что обеспечит своевременное и всеобъемлющее наблюдение за критическими производственными процессами.

Международная ассоциация производителей систем управления производством определила 11 типовых обобщенных функций MES-систем:

1. контроль состояния и распределение ресурсов предприятия (управление оборудованием, материалами, персоналом, документацией и пр.);
2. оперативное планирование (расчет производственных расписаний в зависимости от специфики изделий и технологии производства);
3. диспетчеризация производства (управление производственным процессом изготовления продукции на всех этапах производства);
4. управление документами (ведение плановой и отчетной цеховой документации, контроль прохождения документации по изготовлению продукции);
5. сбор и хранение данных (получение, хранение и передача данных относительно производимой продукции);
6. управление персоналом (обеспечение возможности управления персоналом);
7. управление качеством продукции (обеспечение контроля качества продукции на основе данных измерения качества в реальном времени, выявление отклонений от заданного качества);
8. управление производственными процессами (мониторинг производственного процесса, автоматическая или ручная корректировка хода процесса);
9. управление техобслуживанием и ремонтом (управление обслуживанием оборудования, его плановым и оперативным ремонтом);
10. отслеживание истории продукта (визуализация информации о месте и времени выполнения работ по каждому изделию, в том числе отчеты об исполнителях, комплектующих, материалах, условиях производства и пр.);
11. анализ производительности (представление подробных отчетов о результатах производственных операций).

Таким образом видно, что функции, реализуемые в MES-системах, аналогичны методам управления в ERP-системах, но только в других временных масштабах и с другими объектами контроля и управления. MES представляет ряд возможностей, которые дополняют и расширяют функции ERP-систем. Используя технологические данные, MES позволяет поддерживать производственную деятельность предприятия в реальном масштабе времени. MES формируют данные о текущих производственных показателях, необходимые для функционирования ERP.

2.2.1. Пример внедрения MES при автоматизации ТП упаковки

В последнее десятилетие отечественные и западные предприятия стали активно использовать инструментарий решений класса MES для повышения эффективности работы производственных систем. Место решения класса MES в производственной структуре должно быть заложено еще на стадии проектирования предприятия. Рассмотрим особенности использования MES при автоматизации ТП упаковки на пищевых производствах на примере проекта, реализованного на заводе Bohmer (Германия), который занимается производством биологически чистых овощей и фруктов. Его производственная мощность составляет 100 тонн конечной продукции в сутки. Спецификой завода является полная автоматизация производственных операций и выполнение основных процессов на производстве без участия человека, рис. 2.13.



Рис.2.13. Основные этапы производства на Bohmer

В качестве системы класса MES была выбрана система MEScontrol. Проект по внедрению системы MEScontrol на заводе Bohmer прошел следующие этапы:

- управление автоматическим хранилищем (складом), а также автоматизация работы овощных линий, включая автоматизацию моечных и сортировочных линий;

- автоматизацию упаковочных линий и паллетайзеров—управление маркировкой продукции, генерация, печать этикеток;

- автоматизация работы фруктовых линий, включая процессы упаковки.

Склад Bohmer представляет собой промышленные стеллажи с полками и работающие со стеллажами автоматические краны. На складе используется трехмерная адресация мест хранения.

На практике типичными задачами MES в процессах упаковки (кроме складских) являются:

- управление многообразием продукции, включая управление рецептурами, упаковочными материалами, настройку этикеток, параметров производства, генераторов штрих-кодов;

- управление оборудованием, в том числе задачами для погрузчиков;

- планирование упаковки— заказы поступают из ERP-системы и планируются их выполнение, исходя из текущей загруженности, рабочего времени и т.п.;

- равномерное распределение заказов на линии— возможно планирование с оптимизацией по разным параметрам; для пищевых продуктов может быть важно время переналадки;

- упаковка смешанных продуктов— иногда производитель предоставляет заказчику возможность самому определять, что должно быть в паллете; это создает дополнительные трудности для планирования и производства, так как могут быть смешанные паллеты, нужно загружать параллельно несколько линий под один заказ, но на разные продукты, и собирать составные паллеты в завершении процесса;

- упаковка в паллеты (транспортные единицы);

- учет расходных материалов;

- управление браком.

На заводе Bohmer из ERP системы Navision приходит заказ на производство. В MEScontrol создается и планируется заказ и передается информация о необходимости выполнения операций на моечной-сортировочной линии, рис. 2.14.

Вымытый и отсортированный продукт попадает в контейнеры.

Далее происходит ключевое взаимодействие со складскими кранами и программно-логическим контроллером (ПЛК, PLC), так как на работе этого оборудования строится основная технологическая цепочка. Когда контейнер наполнен, ПЛК посылает сигнал в MEScontrol с информацией о выходе сортировщика и весе контейнера, после чего контейнер с помощью автоматического крана попадает на склад. Затем ПЛК снова посылает в MEScontrol информацию с координатами контейнера.

Пустой контейнер попадает в промежуточную зону, из которой он может быть отправлен в зону сортировщика для дальнейшего наполнения или на склад, в зависимости от того, сколько раз данный контейнер наполнялся и какой продукт он содержал. Например, если в контейнере содержался картофель, а текущий выполняемый заказ на лук, то контейнер отправляется на мойку.

Система MEScontrol анализирует состояние склада, определяет, какие контейнеры понадобятся для выполнения заказа, и создает цепочку задач для автоматического крана. Затем MEScontrol посылает в ПЛК команду на выполнение первой задачи (координаты контейнера и номер упаковочной линии, на которую контейнер должен быть отправлен). Когда продукция из контейнера отправлена на упаковку, ПЛК информирует MEScontrol о том, что задача выполнена. MEScontrol отправляет крану следующую задачу или, если все задачи выполнены, помечает заказ как заверченный. Чтобы работала подобная автоматизированная схема взаимодействия важно правильно определить точки подключения к ТП системы класса MES.

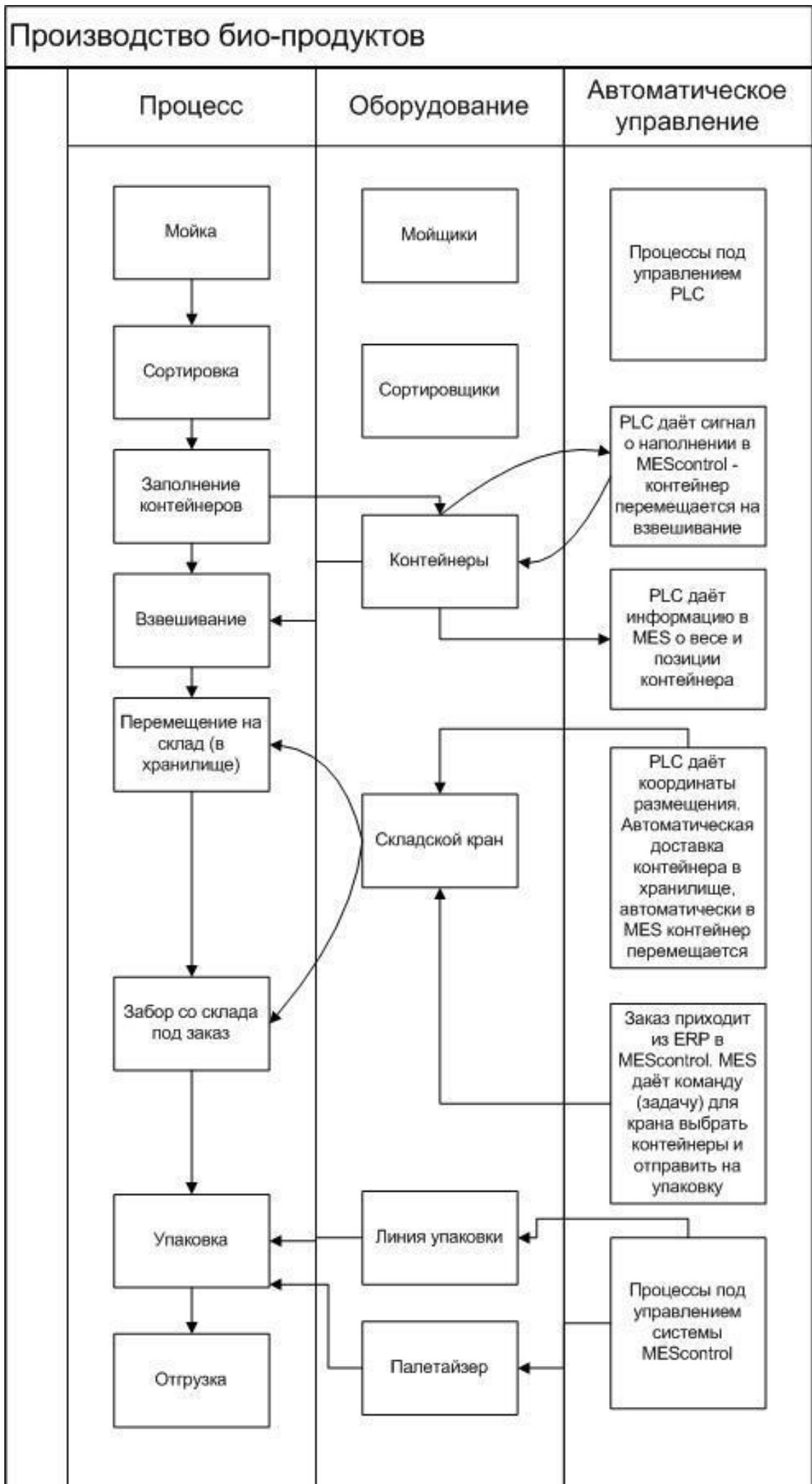


Рис.2.14. Производство биологически чистых продуктов

Например, на линиях упаковки точками подключения MES выступают: дозатор; контрольные весы; металлодетектор; обмотчик пленкой, контроллер линии, принтеры маркировок (мешков, пакетов, коробок, паллет), упаковщик мешков, паллетайзер, центр управления дальнейшим распределением паллет и транспортных единиц.

Для идентификации продукции используются серийные номера и штрих-коды, которые могут генерироваться как MES, так и сторонней системой. MEScontrol поддерживает работу с большим многообразием промышленных принтеров, используя распространенные программные системы печати этикеток: NiceLabel, CoLOS, Image Inkjet, Dyna Mark, Bizerba. Система MEScontrol взаимодействует со сканерами штрих-кода, мобильными устройствами, RFID-ридерами. В ней хранятся шаблоны созданных этикеток и правила заполнения данными из системы. Этикетки формируются в системе динамически. Сформированные однажды этикетки могут быть воспроизведены в любой момент, что востребовано при повреждении маркировки продукции на производстве. Идентификация продукции используется MES при формировании истории производства. После успешного начала работы складских процессов в проекте под управление MEScontrol были автоматизированы также процессы мойки, сортировки, упаковки и передачи на отгрузку.

На практике MES ведет учет числа произведенных коробок и/или паллет. Если рассматривать автоматические упаковочные линии, то производительность упаковщика коробок составляет десяток коробок в минуту. Возможны два варианта учета коробок: при помощи счетчика, с которого MES считывает число, или оператор со сканером штрих-кодов подтверждает упаковку коробки. Число мешков обычно не фиксируется, так как скорость упаковщика слишком высока, и нет потребности в точном определении числа мешков. Обычно оценка числа упакованных мешков делается на основании рецептуры.

Аналогично, на практике автоматически не подсчитывается число израсходованного упаковочного материала. Это потребовало бы счетчика или ручного сканирования, что не рационально. Определение расхода упаковочного материала возможно также на основании рецептуры. MES делает оценку числа упаковочного материала в буфере. Если его объем ниже минимальной границы, MES автоматически формирует задачи погрузчикам или операторам для доставки необходимого упаковочного материала со склада в буфер упаковочной линии. На заводе Bohmer упаковка в коробки и в паллеты сопровождается печатью этикеток в системе MEScontrol. Подсчет паллет может выполняться оператором с помощью сканера. Оператор сканирует все коробки в паллете или сканирует одну из коробок, чтобы правильно определить лот (серию), задает число коробок. Система печатает нужное число этикеток, оператор, сканируя штрих-код с напечатанного ярлыка, подтверждает создание паллеты.

Произведенная паллета должна быть доставлена на склад. Существуют разные варианты: автоматически по автоматизированным конвейерам или погрузчиком. В первом случае MES должна взаимодействовать с АСУТП. Путем обмена сообщениями с системой базовой автоматизации MES перемещает паллету на склад в выбранное расположение. Во втором случае MES формирует задачи для погрузчика, передавая их на терминал. Здесь необходим контроль перемещения паллеты. Оператор погрузчика обычно выполняет сканирование паллеты и ее целевого расположения. Система, если оператор выполняет ошибку (например, отвез паллету не в то место), может сформировать повторную задачу на перемещение паллеты.

MES накапливает детальную информацию о ходе производства, работе оборудования, персонала, складских манипуляциях и т.п. Так, по каждой производственной операции можно отследить: время работы; простои и потери, зафиксированные системой; идентификаторы операторов, обслуживающих производственную линию; информацию о работе оборудования,

зафиксированные значения индикаторов, производственные параметры, переданные контроллерам; наименование выпущенной продукции, лоты и их объемы; информация о качестве продукции. Накопленная информация может быть очень полезна для работы с браком и рекламациями.

MEScontrol поддерживает аналитические режимы работы с историей производства «движение назад» и «движение вперед». При «Движение назад» по единице (партии) конечной продукции система определяет все производственные цепочки, где производились ингредиенты, где хранились, как упаковывались, как перемещались по складам, какое сырье использовалось, кто поставщик сырья и т.д. Анализируя данные с производства, можно локализовать причину проблемы, после этого выполняется «Движение вперед», то есть поиск всех потенциальных последствий: куда могло попасть сырье или полуфабрикат, в какие партии, где хранились, кому были отгрузки. Своевременно используя историю (прослеживаемость) производства продукции, можно минимизировать последствия от брака, снизить число рекламаций. Кроме того, накопленная информация—это возможность делать глубокий анализ производства, находить узкие места, причины проблем, вычислять различные коэффициенты KPI.

В ходе выполнения проекта по автоматизации производственных процессов на заводе Bohmer:

- были внедрены следующие модули системы MEScontrol: склады (включая опцию графический склад), рабочие места операторов линий, продукция (описание спецификаций и структуры продукции предприятия), маркировка, маршруты (модель связей между всеми подразделениями, производственными линиями и складами), дополнительный модуль для управления контейнерами;

- реализована интеграция MEScontrol с ERP системой Microsoft Navision;

- реализована система трехмерной адресации складских зон и автоматическое управление содержимым в этих зонах;

- практически исключено участие человеческого фактора из выполнения основных производственных процессов. Все информационно-управляющее взаимодействие идет по схеме ERP-MES-ПЛК.

Основной практический вывод, который сделала инжиниринговая команда, выполнявшая реализацию проекта, заключается в необходимости правильной настройки MES под то, что, где и как учитывается: где информация снимается автоматически со счетчиков, где ручной ввод или сканирование, где делается оценка на основании рецептуры, как должны интерпретироваться различные сигналы (брак, контрольные веса, повторная упаковка), как на основании данных осуществить расчет показателей KPI, как сформировать задачи для погрузчиков и складов.

2.3. Автоматизированные системы управления технологическими процессами

Любую АСУ ТП можно в конечном итоге разделить на 3 основных уровня иерархии.

Верхний уровень в системе автоматизации, это уровень управления. На этом уровне осуществляется контроль за производством продукции на технологических линиях. Этот процесс включает в себя сбор поступающих с производственных участков данных, их накопление, обработку и выдачу руководящих директив нижним ступеням. Атрибутом этого уровня является центр управления производством, который может состоять из трех частей: 1) операторской части, 2) системы подготовки отчетов, 3) системы анализа тенденций.

Операторская часть отвечает за связь между оператором и процессом на уровне управления. Она выдает информацию о процессе и позволяет в случае необходимости вмешательство ход автоматического управления. Обеспечивает диалог между системой и операторами. Система подготовки отчетов выводит на экраны, принтеры, в архивы и т.д. информацию о технологических параметрах с указанием точного времени измерения, выдает данные о материальном и энергетическом балансе и др. Система анализа тенденций дает оператору воз-

возможность наблюдения за технологическими параметрами и делать соответствующие выводы. На верхнем уровне АСУ ТП размещены мощные компьютеры, выполняющие функции серверов баз данных и рабочих станций, и обеспечивающие анализ и хранение всей поступившей информации за любой заданный интервал времени, а также визуализацию информации и взаимодействие с оператором. Основой программного обеспечения верхнего уровня являются пакеты SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)-диспетчерское управление и сбор данных.

Средний уровень-уровень аппаратов (производственного оборудования). Его функции – сбор информации, поступающей с нижнего уровня, ее обработка, хранение и выработка управляющих сигналов на основе анализа информации и передача информации на более высокий уровень.

Нижним уровнем является уровень датчиков и исполнительных механизмов, которые устанавливаются непосредственно на технологических объектах. Их деятельность заключается в получении параметров процесса, преобразовании их в соответствующий вид для дальнейшей передачи на более высокую ступень (функции датчиков), а также в приеме управляющих сигналов и в выполнении соответствующих действий (функции исполнительных механизмов).

2.3.1. Автоматизированные системы управления на уровне производственной линии

Автоматизированные системы на уровне производственной линии предназначены для сбора данных и диспетчерского управления с участием персонала. Этот уровень управления должен обеспечивать:

- диспетчерское наблюдение за технологическим процессом по его графическому отображению на экране в реальном масштабе времени;
- расчет и выбор законов управления, настроек и уставок, соответствующих заданным показателям качества управления и текущим (или прогнозным) параметрам объекта управления;
- оперативное сопровождение моделей объектов управления типа «агрегат», «технологический процесс», корректировку моделей по результатам обработки информации от второго уровня;
- синхронизацию и устойчивую работу систем типа «агрегат» для группового управления технологическим оборудованием;
- ведение единой базы данных технологического процесса.

В автоматизированных системах на уровне производственных линий чаще всего используются системы SCADA. SCADA – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации о большом числе удаленных объектов (от 1 до 10000) или одного территориально распределенного объекта. SCADA-система отображает информации о ходе технологического процесса, с помощью которой оператор может видеть состояние объекта и управлять им. Диспетчер зачастую обладает возможностью не только пассивно наблюдать за объектом, но и управлять им, реагируя на различные ситуации.

Задачи SCADA-систем:

- сбор и обработка первичной информации от устройств нижнего уровня в режиме реального времени;
- обмен данными с УСО (устройства связи с объектом, то есть с промышленными контроллерами и платами ввода/вывода) в реальном времени через драйверы;
- отображение информации на экране монитора в понятной для человека форме;
- ведение базы данных реального времени с технологической информацией;
- аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;
- подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса;

–обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.).

Любая SCADA-система включает три компонента: удалённый терминал (RTU – Remote Terminal Unit), диспетчерский пункт управления (MTU – Master Terminal Unit) и коммуникационную систему (CS – Communication System), рис.2.15.

RTU подключается непосредственно к контролируемому объекту и осуществляет управление в режиме реального времени. Таким терминалом может служить как примитивный датчик, осуществляющий съём информации с объекта, так и специализированный многопроцессорный отказоустойчивый вычислительный комплекс, осуществляющий обработку информации и управление в режиме реального времени.

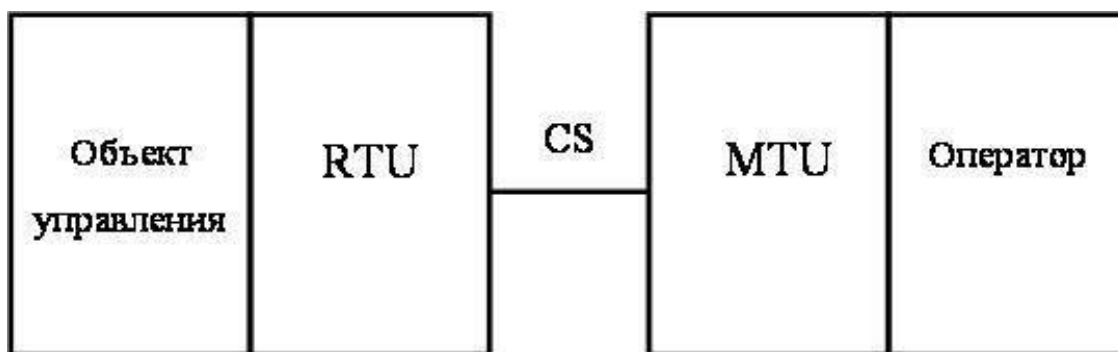


Рис.2.15. Основные структурные компоненты SCADA-системы

Системы реального времени бывает двух типов: системы жесткого реального времени и системы мягкого реального времени. Системы жесткого реального времени не допускают никаких задержек. Конкретная его реализация определяется конкретным применением. Использование устройств низкоуровневой обработки информации позволяет снизить требования к пропускной способности каналов связи с центральным диспетчерским пунктом. Один из вариантов SCADA-системы представлен на рис.2.16, и состоит из двух частей:

– центральное управление, левая часть, создана для обработки большого входного потока информации и хранения обрабатываемых данных. Основные характеристики:

–это большой поток данных, визуализация и удобное хранение, самое главное-заложенные алгоритмы, которые корректируют процесс по множеству параметров,

–производственная сеть или промышленная сеть, правая часть -промышленная зона, для которой характерны большие помехи, тяжелые условия эксплуатации (шум, вибрации, сложный температурный режим, различные излучения) и во всем этом нужна надежная работа и хорошая связь с левой частью.

Как видим, вся связь построена на модемах (оптические, медные или беспроводные плюс поддержка различных промышленных протоколов). Управление исполнительной частью осуществляется через промышленные контроллеры (RTU/PLC). Сбор с данных с локальных мест, также через них.

MTU- диспетчерский пункт управления (главный терминал); осуществляет обработку данных и управление высокого уровня, как правило, в режиме мягкого реального времени.

Одна из основных функций – обеспечение интерфейса между человеком-оператором и системой. MTU может быть реализован в самом разнообразном виде – от одиночного компьютера с дополнительными устройствами подключения к каналам связи до больших вычислительных систем и/или объединенных в локальную сеть рабочих станций и серверов.

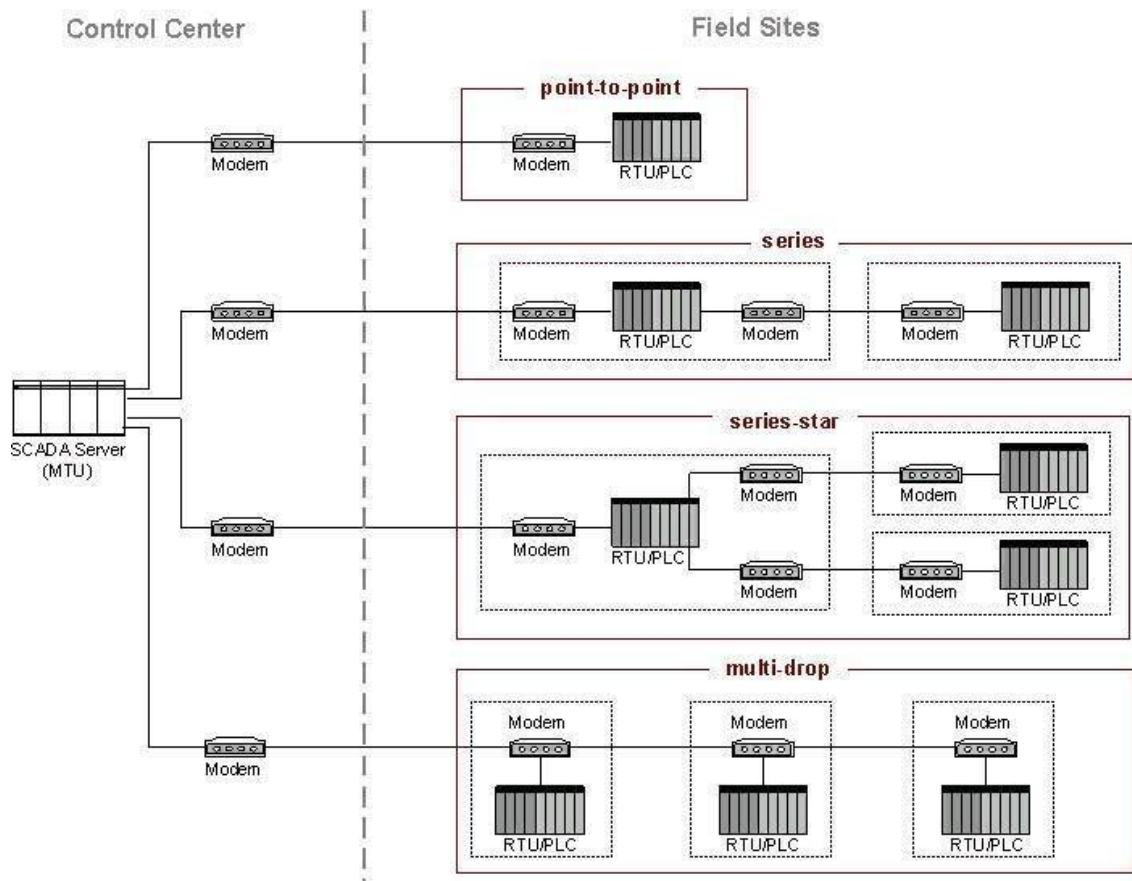


Рис.2.16. Один из вариантов SCADA-системы

CS- коммуникационная система (каналы связи), необходима для передачи данных с удаленных точек (объектов, терминалов) на центральный интерфейс оператора-диспетчера и передачи сигналов управления на RTU. В качестве коммуникационной системы могут использоваться следующие каналы передачи данных: выделенные линии, радиосети, аналоговые телефонные линии, [ISDN](#) сети, сотовые сети [GSM \(GPRS\)](#). Зачастую устройства подключаются к нескольким сетям для обеспечения надёжности передачи данных.

В системах [SCADA](#) обязательно наличие человека (оператора, диспетчера). Диспетчер несет, как правило, общую ответственность за управление системой, которая, при нормальных условиях, только изредка требует подстройки параметров для достижения оптимального функционирования. Большую часть времени диспетчер пассивно наблюдает за отображаемой информацией. Активное участие диспетчера в процессе управления происходит нечасто, обычно в случае наступления критических событий – отказов, аварийных и нештатных ситуаций и пр. Действия оператора в критических ситуациях могут быть жестко ограничены по времени (несколькими минутами или даже секундами).

Диспетчер в многоуровневой автоматизированной системе управления технологическими процессами получает информацию с монитора ЭВМ или с электронной системы отображения информации и воздействует на объекты, находящиеся от него на значительном расстоянии с помощью телекоммуникационных систем, контроллеров, интеллектуальных исполнительных механизмов.

К техническим характеристикам SCADA-систем относятся:

1. Программно-аппаратные платформы для SCADA-систем. Подавляющее большинство SCADA-систем реализовано на MS Windows платформах. Желательно, чтобы она поддерживала работу в стандартных сетевых средах (ARCNET, ETHERNET и т.д.) с использова-

нием стандартных протоколов (NETBIOS, TCP/IP и др.), а также обеспечивала поддержку наиболее популярных сетевых стандартов из класса промышленных интерфейсов (PROFIBUS, CANBUS, LON, MODBUS и т.д.),

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.