Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Кафедра Конструирования и производства радиоэлектронных средств

Дисциплина: «САПР технологических процессов производства электронных средств»

ТЕМА 6: Системы автоматизации промышленного производства

Лекция № 9. Автоматизированные системы управления предприятием

(2 часа)

Доцент кафедры, к.п.н.,

Мордовин В.Н.

2018 г.

СПб ГУТ)))

Учебные вопросы

1. **Уровни представления информации в АСУП.**
2. **Основные концепции АСУП.**
3. **Решаемые задачи и требования к АСУП.**

3.1. Дополнительные требования к АСУП.

4. **Уровни управления и архитектура АСУП.**

4.1. Уровни управления в АСУП.

4.2. Архитектура современных АСУ производством.

4.3. Типовая структура современной промышленной АСУП.

5. **Краткий обзор российского рынка систем управления предприятием**

Литература

Гайфуллин Б.Н. , Обухов И.А. АСУ предприятием стандарта ERP/MRPII, - М.:Интерфейс-Пресс, 2011.

Матвеев М.И. Автоматизированные информационные технологии в экономике. – М.: Финансы и статистика. 2000.

Материалы сайтов: www.galaktika.ru, www.pro-invest.ru, www.boss.ru, www.baan.ru, www.oracle.ru, www.1C.ru, www.sap.com, www.microsoft.ru, www.cfin.ru, www.citforum.ru, inftech.webserveris.ru и др.

ВВЕДЕНИЕ

Главный критерий эффективной работы любого предприятия – достижение плановых показателей при минимальных затратах. В данном случае только эффективного производственного процесса явно не достаточно, так как производственная часть тесно связана системой сбыта, снабжения, хранения, конструкторско-технологическими данными.

В качестве примера может быть приведено производство, на котором функционируют автоматизированные системы, отвечающие за управление: ***технологическим процессом (SCADA), оперативное управление производством (MES), а также системы управления деятельностью предприятия (ERP) и автоматизацию процесса проектирования (CAD).***

1. Уровни представления информации в автоматизированной системе управления предприятием (АСУП)

Автоматизированная система управления (АСУ) (automatizec management system) - *совокупность математических методов, технических средств (компьютеров, средств связи, устройств отображена информации и т.д.) и организационных комплексов, обеспечивающих рациональное управление сложным объектом (процессом) в соответствии с заданной целью.* АСУ принято делить на *основу и функциональную часть*. В *основу входят* информационное, техническое и математическое обеспечение. *К функциональной части* относят набор взаимосвязанных программ, автоматизирующих конкретные функции управления (планирование, финансово-бухгалтерскую деятельность и др.).

Различают ***АСУ объектами*** (технологическими процессами - АСУТП, предприятием — АСУП, отраслью - ОАСУ) и ***функциональными автоматизированными системами***, например проектирования, расчетов, материально-технического и другого обеспечения.

Выделяются *управляющие информационные системы* (для управления технологическими процессами на предприятии) и *системы административно-организационного типа* для обслуживания коллектива специалистов, осуществляющих управление предприятием.

Компоненты ИС управления предприятием - это *база данных, концептуальная схема и информационный процессор*, образующие вместе *систему хранения и манипулирования данными*.

Описание хранимой и обрабатываемой информации в информационной системе делается с разной степенью детализации. Используются *три уровня представления*:

- ***внешний уровень*** - описание информационных потребностей конечного пользователя;
- ***концептуальный уровень*** - описание информационных потребностей на уровне понятий информационной системы;
- ***внутренний уровень*** - описание способа хранения информации в памяти ЭВМ и методов доступа к ней.

Внутренний уровень наиболее близок к физической памяти ЭВМ, внешний уровень - к пользователям, а концептуальный уровень занимает промежуточное положение.

- ***Внешнее представление*** оказывается достаточным для применения ряда прикладных программ, которые можно охарактеризовать как *генераторы отчетов*. Генерация отчетов предполагает преобразование потока входной информации в выходной поток. Само преобразование предусматривает группировку информации, подведение итогов и т.п. Результат оформляется в виде отчетов, удобных для использования специалистами.
- ***Внутреннее описание*** данных определяет их организацию в памяти ЭВМ и методы доступа к ним. Это наиболее детальное описание процессов обработки данных в автоматизированной информационной системе.

Концептуальное представление описывает полное информационное содержание БД в более абстрактной форме по сравнению со способом физического хранения данных. Оно может полностью отличаться от описания информационных потребностей отдельных пользователей, в частности использовать другую систему понятий, обозначений и правил описания.

В концептуальном описании необходимы не только сведения о структуре обрабатываемой информации, но и сведения о технологии ее обработки - применяемые методы контроля информации, описание использования ее потоков в подразделениях предприятия, описание ограничений на доступ к информации и ряд других.

Концептуальный уровень описания оказывается достаточным для использования программной поддержки в виде систем управления базами данных.

2. Основные концепции АСУП

Современные системы автоматизированного управления предприятием (производством) позволяют производить продукцию, удовлетворяющую *международным стандартам ISO 9000.*

В ***ERP-системах*** предполагается построение ***системы управления процессом производства***, которая гарантирует выпуск качественного продукта в любой момент времени, пока действует система.

Для упрощения управления крупными компаниями и процессами, происходящими в них, с 80-х годов были разработаны и внедрены в практику в виде интегрированных систем следующие концепции.

Концепция MRP (Material Requirements Planning (MRP) – система планирования потребностей в материалах) - подход, основой которого является информационная технология оптимального планирования материальных ресурсов, минимизирующая издержки складских запасов.

Уровни управления в АСУП

- ***Концепция MRPII*** (Manufactory Resource Planning (MRPII)) – система планирования производственных ресурсов (мощностей))- подход, основой которого является информационная технология оптимального планирования производственных ресурсов, минимизирующая издержки производства.
- ***Концепция ERP*** (Enterprise Resource Planning (ERP)) – система управление ресурсами предприятия) - подход, основой которого является информационная технология оптимального планирования всех ресурсов предприятия, минимизирующая все издержки предприятия. В ERP, в отличие от MRP II, больше внимания уделяется финансовым подсистемам.
- ***Концепция ERP II*** (Enterprise Resource and Relationship Processing (ERP II)) – это система управления внутренними ресурсами и внешними связями.

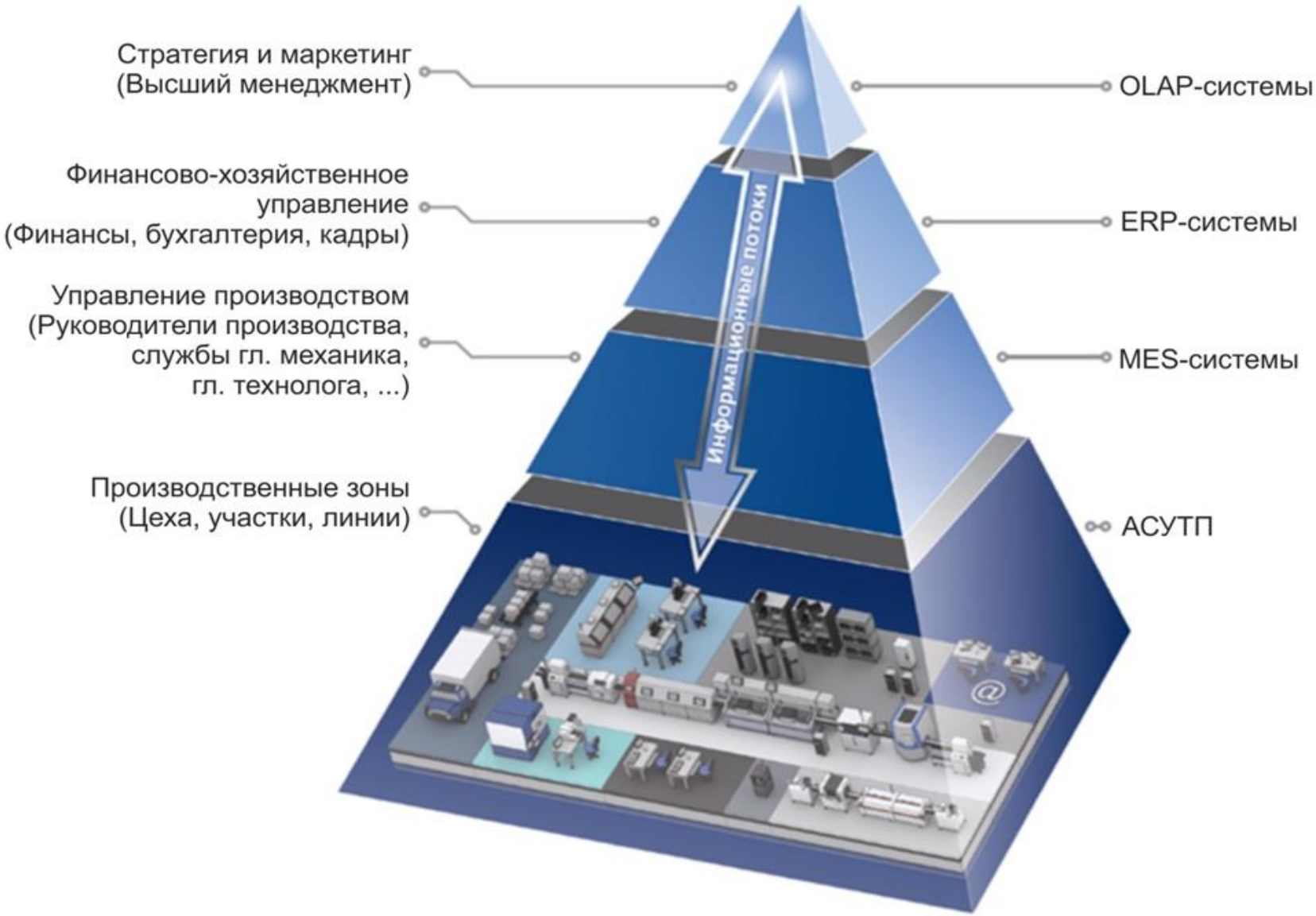
- ***CRM (****Customer Relationship Management****) –Управление отношениями с заказчиками (клиентами).*** Отслеживание истории развития взаимоотношений, координирование многосторонние связи, централизованное управление продажами и клиент-ориентированным маркетингом. Концепция построения автоматизированных систем обслуживания клиентов компании. ***CRM*** подразумевает накопление, обработку и анализ не только финансово-бухгалтерской, но и прочей информации о взаимоотношениях с клиентами. Это способствует повышению производительности менеджеров, улучшает качество обслуживания клиентов и способствует увеличению продаж.
- ***EAS*** - *Enterprise Application Suite*, буквально: набор приложений предприятия, или интегрированные системы управления предприятием.

SCADA *(аббр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition,* ***Диспетчерское управление и сбор данных***) — программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA может являться частью АСУ ТП, АСКУЭ, системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания и т. д. SCADA-системы используются во всех отраслях хозяйства, где требуется обеспечивать операторский контроль за технологическими процессами в реальном времени.

MES (аббр. от англ. *Manufacturing Execution System*, ***производственная исполнительная система***) — специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства. С 2004 года термин расшифровывается как англ. Manufacturing Enterprise Solutions — *корпоративные системы управления производством*. MES-системы относятся к классу систем управления уровня цеха.

- ***CAD*** (аббр. от англ.,«***система автоматизированного проектирования***») — автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности. Также для обозначения подобных систем широко используется аббревиатура САПР.
- ***OLAP*** - *On-Line Analytical Processing*, ***аналитическая обработка в реальном времени***. Технология обработки информации, позволяющая оперативно анализировать данные в различных разрезах, с разных точек зрения и отображать результаты в наглядной и удобной форме.

Уровни управления в АСУП



Концепция *OLAP системы*

- ***OLAP системы*** позволяет автоматизировать стратегический уровень управления организацией. OLAP (Online Analytical Processing – ***аналитическая обработка данных в реальном времен***и) представляет собой мощную технологию обработки и исследования данных. Системы, построенные на основе технологии OLAP, предоставляют большие возможности по составлению отчетов, выполнению сложных аналитических расчетов, построению прогнозов и сценариев, разработке множества вариантов планов.
- Полноценные OLAP системы появились в начале 90-х годов, как результат развития информационных систем поддержки принятия решений. Они предназначены для преобразования различных, часто разрозненных, данных, в полезную информацию. OLAP системы могут организовать данные в соответствии с некоторым набором критериев. При этом не обязательно, чтобы критерии имели четкие характеристики.

SCM (*Supply Chain Management*) – ***Управление отношениями с поставщиками***. Управление цепочками поставок. Концепция SCM придумана для оптимизации управления логистическими цепями и позволяет существенно снизить транспортные и операционные расходы путем оптимального структурирования логистических схем поставок. Концепция SCM поддерживается в большинстве систем ERP- и MRPII-класса.

Стандарт CSRP - подход, основой которого является информационная технология полного цикла работы предприятия: от проектирования будущего изделия с учетом требований заказчика до гарантийного и сервисного обслуживания после продажи.

В настоящее время практически все современные западные производственные системы и основные системы управления производством базируются на концепции ERP и отвечают ее рекомендациям, которые вырабатываются ***Американским обществом по управлению запасами и управлению производством APICS***, объединяющей производителей, консультантов в области управления производством.

3. Решаемые задачи и требования к АСУП

Внедрение АСУП позволяет:

- *сократить производственные издержки* за счет создания расписания, оптимизированного для оборудования с учетом технологических ограничений и синхронизированного по ресурсам и материалам;
- *сократить складские запасы* готовой продукции и обеспечивать производство под заказ, а не на склад, используя дату отгрузки как опорную точку;
- *сократить запасы сырья и материалов* за счет планирования загрузки оборудования, синхронизировано с потребностью в материалах и их наличием на складе;
- *сократить незавершенное производство*, планируя производственные заказы на полуфабрикаты так, чтобы сократить время ожидания их в очереди на обработку на следующей стадии;

- *сократить количество переналадок*, используя критерии оптимизации, связанные с уменьшением числа технологических переходов;
- *сократить штрафы за просрочку отгрузки готовой продукции* и снизить транспортные расходы на срочную доставку за счет планирования производства к дате отгрузки;
- *повысить производительность* за счет оптимального использования всех занятых в производстве единиц оборудования, сбалансированности их загрузки и сокращения время нахождения заказов в производстве;
- *улучшить качество обслуживания клиентов*, используя реальные планы производства и увеличивая количество заказов, исполненных точно в срок;
- *ускорить вывод на рынок новых товаров* за счет прозрачной и неразрывной цепочки процессов, начиная от получения конструкторско-технологической документации до запуска изделий в производство и отгрузки готовой продукции заказчику.

3.1. Дополнительные требования к АСУ предприятиями

1. АСУ должна повышать эффективность производственно-хозяйственной деятельности предприятиями, производственного или научно-производственного объединения (в дальнейшем - предприятия).

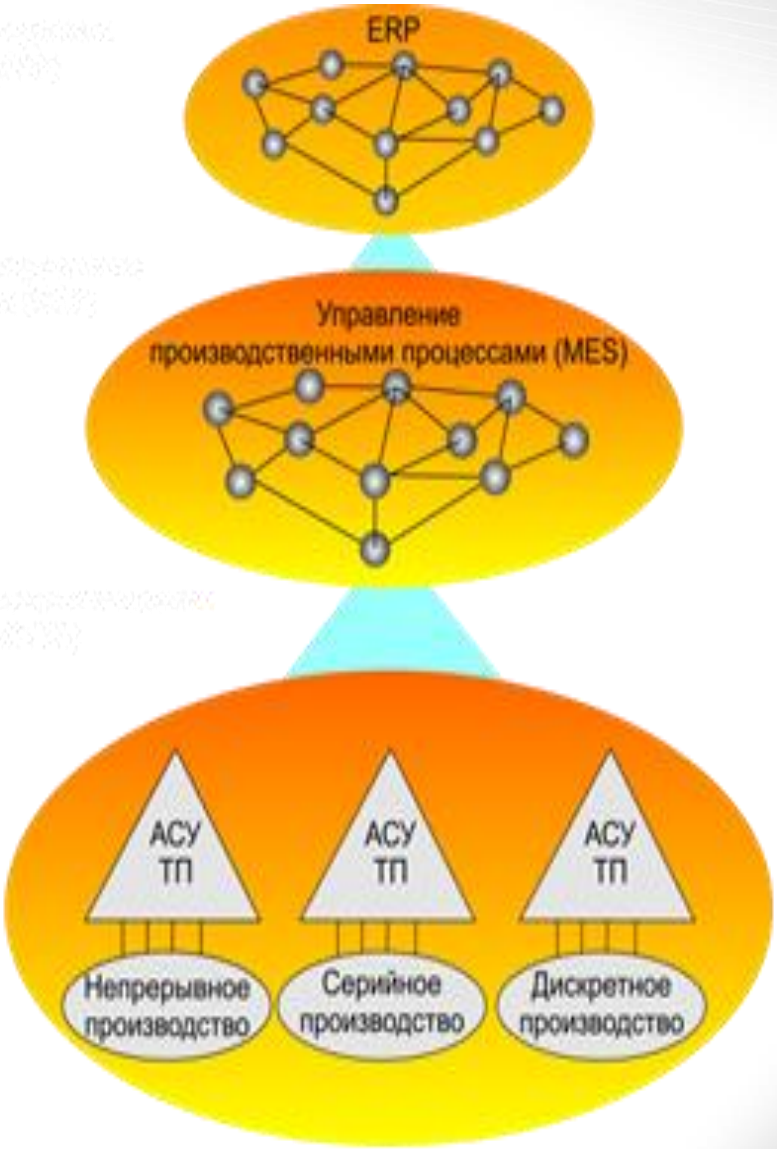
2. АСУ предприятием (АСУП) должна обеспечивать автоматизированный сбор и обработку информации с широким использованием методов оптимизации по основным задачам и подсистемам управления общезаводского и цехового уровня, в том числе при необходимости в реальном масштабе времени в режиме телеобработки и диалога.

3. АСУП должна быть реализована в виде совокупности совместно функционирующих подсистем, взаимодействие между которыми должно происходить через общую (единую или распределенную) базу данных.

4. Организационное обеспечение АСУП должно предусматривать совершенствование методов управления и структуры системы управления предприятиями при создании и развитии АСУП.

4. Уровни управления и архитектура АСУП

- **Верхний уровень** управления предприятием (административно-хозяйственный) решает стратегические задачи, а соответствующая ERP-система ***обеспечивает управление ресурсами в масштабе предприятия в целом***, включая часть функций поддержки производства (долгосрочное планирование и стратегическое управление в масштабе: годовое, квартальное, месячное);
- **Низшие уровни** технологического управления решают классические ***задачи управления технологическими процессам***и.



- **Средний уровень управления** (производственный) решает задачи оперативного управления процессом производства, а соответствующая автоматизированная система обеспечивает эффективное использование ресурсов (сырья, энергоносителей, производственных средств, персонала), а также оптимальное исполнение плановых заданий (сменное, суточное, недельное, месячное) на уровне отдела, сектора, участка, цеха.
- АСУП предполагает выполнение пользователями заданных функций по формализованным правилам, наличие нескольких подсистем (например, АСНИ-САПР, САПР-АСТПП-АСУТП и т.д.). Таким образом, каждую АС можно считать уникальной, что не исключает существования в разных организациях похожих автоматизированных систем.

Классификация АСУП

№ п/п	Вид АС	Зарубежные системы	Цель АС	Решаемые задачи и инструментарий	Примеры АС
1.	АСНИ(автоматизированная система научных исследований)	EPICS — Experimental Physics and Industrial Control System (система управления для экспериментальной физики и промышленности); TANGO — *TAco — Next GenerationObjects* – (свободная распределенная система управления экспериментальными установками).	Моделирование и проведение экспериментов	Математическая статистика, планирование эксперимента, методы оптимизации, имитационное моделирование	Система определения теплофизических характеристик и кинетических параметров, используемых в математической модели процесса отверждения для расчета температурно-конверсионного поля в изделии, при достаточно произвольных режимах нагрева; Система для исследования кинетики быстрых химических реакций.

2.	САПР (система автоматизированного проектирования)	CAD — Computing Aided Design (автоматизированные системы проектирования); CAE — Computing Aided Engineering (автоматизированные системы инженерного проектирования).	Автоматизация процессов расчетов и проектирования.	Изготовление конструкторской документации, смет, заказных спецификаций, оптимизация проектных решений, снижение сроков проектирования.	AutoCad; ArchiCad; Компас 3D; Solidworks; Catia и др.
3.	АСТПП (автоматизированная система технологической подготовки производства)	CAM — Computing Aided Manufacturing (автоматизированные системы поддержки производства).	Подготовка конкретного предприятия с его конкретными материальными и человеческими ресурсами к выпуску того или иного изделия или переходу на новую технологию.	Составление маршрутных и технологических карт, расчет и оптимизация загрузки людей и оборудования; расчеты потребностей и планирование запасов и т.п.	ТеМП — автоматизированное проектирование технологических процессов производства изделий авиационной и ракетно-космической техники; TechnologiCS; ПК ДиаМан и др.

4.	АСУ ТП (автоматизированная система управления технологическими процессами)	SCADA — Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерский контроль и накопление данных); DCS — Distributed Control Systems (распределенные системы управления); PLC — Programmable Logic Controller (программируемый логический контроллер).	Управление изготовлением готовой продукции в основном для непрерывных производств	Задачи автоматического управления и регулирования	SCADA система «Статус-4″; PCS7 SIEMENS; Factory Suite корпорации Wonderware и др.

5.	АСУП (автоматизированная система управления предприятием)	MES — Manufacturing Execution Systems (системы управления производством); MRP — Material Requirements Planning (системы планирования потребностей в материалах); MRP II — Manufacturing Resource Planning (системы планирования ресурсов производства); CRP — C Resource Planning (система планирования производственных мощностей); PDM — Product Data Management (автоматизированные системы управления данными); SRM — Customer Relationship Management (системы управления взаимоотношениями с клиентами); ERP — Enterprise Resource Planning (планирование ресурсов предприятия); IRP — Intelligent Resource Planning (система интеллектуального планирования).	Решает задачи организации управления и экономики	Бух. учет, планирование, кадры, снабжение, сбыт и т.п.	1С:Предприятие; Trim; Галактика ERP; PLM-решения от Dassault Systèmes, набор приложений Oracle Applications, EIS Globus Professional и др.

4.2. Архитектура современных АСУП

- ***Нижний уровень*** системы составляют датчики, устройства измерения технологических параметров, приводы и исполнительные устройства, установленные на технологическом оборудовании и предназначенные для сбора первичной информации и реализации исполнительных воздействий. Этот уровень называют ***уровнем ввода-вывода*** (I/O) или ***полевым*** (Field) уровнем. Устройства полевого уровня могут быть интеллектуальными, в этом случае обмен информацией с ними может осуществляться непосредственно по сети передачи данных.
- ***Следующий уровень*** системы - программируемые контроллеры. Они выполняют функцию непосредственного автоматического управления технологическими процессами.
- Управление исполнительными механизмами осуществляется по определенным алгоритмам путем обработки данных о состоянии технологических параметров, полученных посредством измерительных приборов. Этот уровень получил наименование ***уровня непосредственного управления*** (Control).

SCADA-система, верхний уровень АСУ ТП.

Основными функциями SCADA-систем являются:

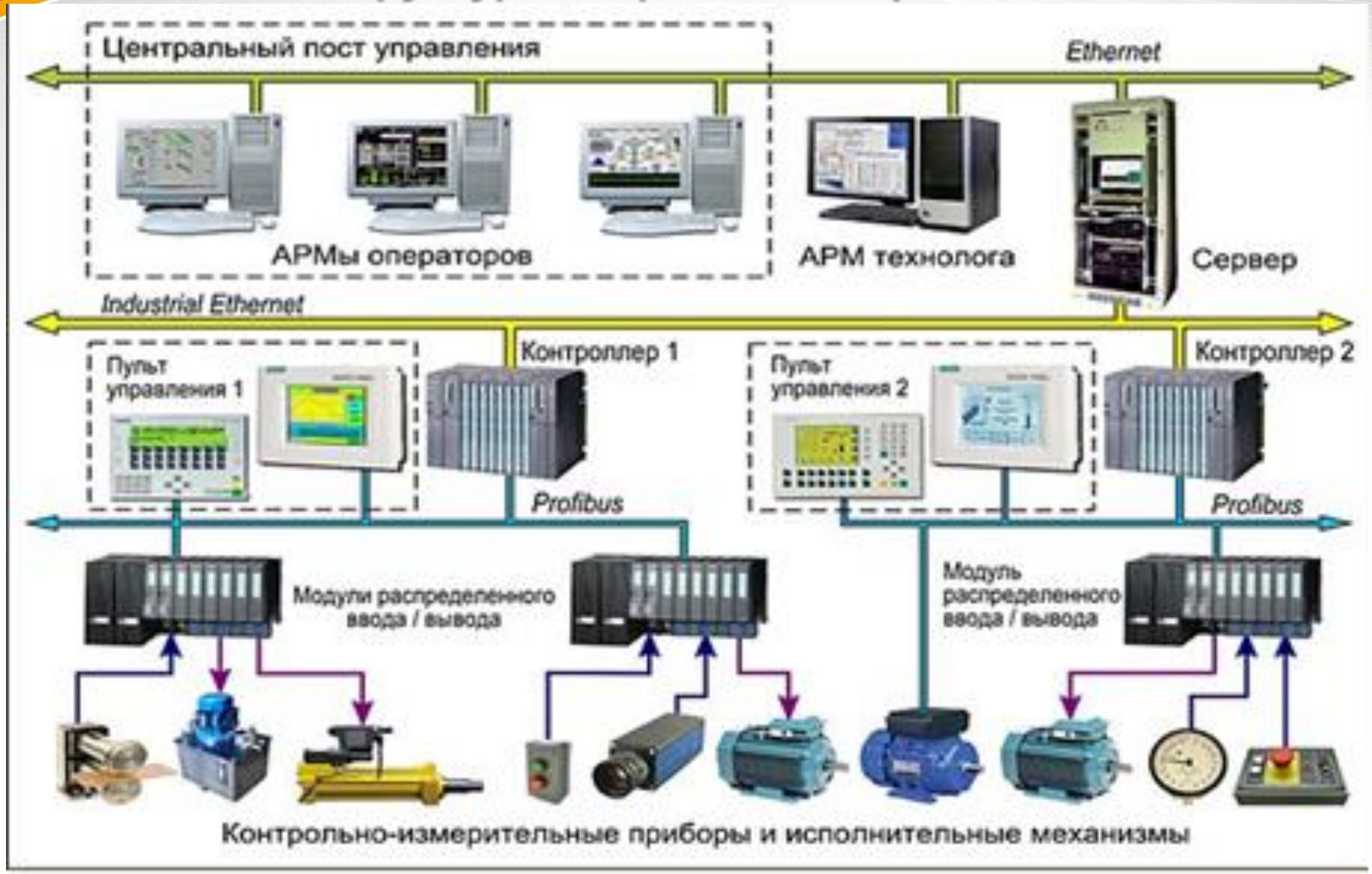
- сбор, первичная обработка и накопление информации о параметрах технологического процесса и состоянии оборудования от промышленных контроллеров и других цифровых устройств, непосредственно связанных с технологической аппаратурой;
- отображение информации о текущих параметрах технологического процесса на экранах АРМ операторов и технического персонала в виде графических мнемосхем;
- отображение графиков текущих значений технологических параметров в реальном времени за заданный интервал;
- операторское управление технологическим процессом;
- обнаружение критических (аварийных) ситуаций;
- вывод на экраны АРМ операторов технологических и аварийных сообщений;
- архивирование истории изменения параметров технологического процесса;
- предоставление данных о параметрах технологического процесса для их использования в системах управления предприятием.

- Выше АСУ ТП различных технологических комплексов предприятия в иерархии системы управления расположены:
- ***система организации производства MES*** (Manufacturing Execution System).
- ***системы материально-производственного планирования MRP*** (Manufacturing Resource Planning) и ***планирования производственных ресурсов предприятия ERP*** (Enterprise Resource Planning).

В России системы этого уровня - АСУП (автоматизированные системы управления предприятием).

В соответствии с современной идеологией ***основные задачи управления решаются на нижних уровнях системы***, что позволяет *повысить быстродействие* системы и *разгрузить вычислительную сеть* от передачи излишней информации. ***На верхние уровни*** управления возлагаются только те задачи, для выполнения которых *вычислительные средства нижних уровней не приспособлены*, например, *отображение текущего состояния автоматизируемого производства*, *работа с большими базами данных (БД)*, документальное сопровождение деятельности предприятия и т.д.

4.3. Типовая структура современной промышленной АСУП



Типовая структура промышленной системы автоматизации фирмы Siemens AG (Германия).

- ***Нижний уровень*** (уровень управления агрегатом) системы включает программируемые контроллеры и систему шин полевого уровня Profibus, объединяющую контроллеры, модули удаленного распределенного ввода/вывода. кнопочные пульты управления со встроенными панелями оператора и дисплеями, интеллектуальные датчики и приводы. Основным оборудованием нижнего уровня являются PLC семейства SIMATIC, которые широко используются в различных отраслях промышленности и имеют специализированный язык программирования STEP, доступный для широкого круга пользователей.
- ***Верхний уровень системы управления*** (SCADA) объединяет АРМы операторов технологического оборудования и АРМы управленческого персонала (например. АРМ технолога цеха).
- Компьютеры верхнего уровня объединены обычной локальной сетью стандарта Ethemet (см. рис. 3) и могут иметь выход в глобальные сети, например, глобальную сеть предприятия или сеть Internet.

5. Краткий обзор российского рынка систем управления предприятием

- ***Первая группа*** - это крупные интегрированные пакеты зарубежных разработчиков класса MRP II/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 (AXAPTA) и др.

- ***Вторая группа*** - это средние интегрированные пакеты отечественных разработчиков (Галактика, Парус, БОСС-Корпорация). Используя западные платформы, например СУБД ORACLE, российские производители предлагают свои корпоративные системы управления, превосходящие западные по двум основным параметрам - доступным ценам и учету российской специфики уже в исходных модулях. Однако, они еще не достигли полной реализации технологий MRPII/ERP.
- ***Третья*** - малые интегрированные и локальные пакеты отечественных разработчиков.

Таблица 1 Примеры систем управления предприятием

Класс систем	Название	Разработчик	Стоимость, в тыс. $
Крупные интегрированные системы	R/3 Baan IV Oracle E-Business Suite	SAP Baan Oracle	Свыше 500
Средние интегрированные системы	JD Edwards SyteLine Галактика Парус Босс-Корпорация	Edwards SOCAP Галактика, Россия Парус, Россия АйТи, Россия	200- 500
Малые интегрированные системы	Concord XAL Scala Platinum SQL БЭСТ-ПРО	Columbus IT Partner Scala Platinum Software Corporation Интеллект-Сервис, Россия	50- 300
Локальные системы	1С БЭСТ Инфин	1С, Россия Интеллект-Сервис, Россия Инфин, Россия	5 - 50

Заключение

- Автоматизация предприятия – важнейший этап технологического развития человечества. Но для того, чтобы полноценно использовать системы автоматизации промышленного производства, необходимо точно и грамотно ставить задачи.
- Автоматизация управления производством процессом стала возможной в современном ее представлении только в последнее время. Произошло это в результате накопления опыта, развития ряда научных направлений и создания соответствующих технических средств.
- АСУП возникли на стыке следующих отраслей науки и техники: технологическая автоматика, вычислительная техника, прикладная математика (в том числе программирование), теория информации, теория организации и управления, высокомеханизированное и автоматизированное технологическое оборудование большой мощности.