

Информационные технологии в металлургии

(для специальностей металлургического направления)

ФГБОУ ВПО МГТУ им. Г.И. Носова, кафедра ОМД

© Левандовский С.А., 2014

Информационные технологии в металлургии

1. Информация и информатика

Современная научно-техническая революция характеризуется гигантским возрастанием социального и экономического значения информационной деятельности как средства обеспечения научной организации, контроля, управления и осуществления общественного производства. Сформировалась и бурно развивается особая, находящаяся на самом острие научно-технического прогресса (НТП) отрасль народного хозяйства – индустрия информатики, организация которой обуславливает все в большей степени эффективное функционирование всех прочих отраслей народного хозяйства.

По данным ЮНЕСКО в настоящее время уже более половины занятого населения развитых стран прямо или косвенно принимают участие в процессе производства и распространения информации. Так, по статистическим данным процесс перераспределения трудовых ресурсов из сферы материального производства и обслуживания в информационную сферу хозяйства США привел к тому, что уже сейчас в информационной сфере работает более 60 % занятого населения страны. Это свидетельствует о начале перехода развитых стран на качественно новый этап их технического развития, который часто называют «веком информации». Действительно, материальные затраты многих стран на хранение, передачу и обработку информации превышают аналогичные расходы на энергетику. Академик Б.Н.Наумов еще в 80-х годах писал, что «индустрия обработки информации играет в настоящее время для промышленно развитых стран ту же роль, которую на этапе индустриализации играла тяжелая промышленность». И далее он отмечал, что «в конце XX столетия информационные ресурсы станут основным национальным богатством промышленно развитых стран, а эффективность их промышленной эксплуатации во все большей степени будет определять экономическую мощь страны в целом». Причем ведущую роль будут играть «активные» информационные ресурсы, то есть та часть ресурсов, которую составляет информация, доступная для автоматизированного поиска, хранения и обработки. В США, например, компьютерная информатика, занимавшая по объему капиталовложений совсем недавно третье место среди отраслей хозяйства (уступая лишь автомобильной промышленности и нефтепереработке), сейчас вышла на первое место.

Один из наиболее важных этапов развития научно-технического прогресса сегодня — микропроцессорная революция, для которой характерны широкое использование в системах обработки информации персональных компьютеров, микропроцессоров и принципиально новая организация обработки информации — распределенная обработка, максимально приближающая вычислительные ресурсы к пользователю. По возможному влиянию на общество феномен персональных вычислений сравнивают лишь с изобретением книгопечатания. Системы автоматизированного поиска, хранения и обработки информации, центральным звеном которых является компьютер, обычно называют системами обработки данных (СОД), имея в виду, что преобразованию в этих системах подвергается формализованная информация на синтаксическом уровне, то есть данные. Предметом и продуктом труда систем обработки данных является информация.

Чем обусловлена необходимость ускоренного развития информационных систем?

Ограниченность сырьевых, энергетических, экономических и человеческих ресурсов. Информация, включающая общественно-политические, научные, технические и общекультурные знания, — единственный вид ресурсов, который в ходе поступательного развития человечества не только не истощается, но увеличивается и вместе с тем содействует наиболее рациональному, эффективному использованию всех прочих ресурсов, их сбережению, а в

ряде случаев расширению и созданию новых. Иными словами, информация в производственных системах выступает в известных пределах как взаимозаменяемый ресурс по отношению к трудовым, сырьевым, энергетическим и другим видам ресурсов. В зависимости от содержания и качества используемой для управления информацией достижение заданной цели возможно различными путями и, соответственно, при различных затратах ресурсов.

Информация с философской точки зрения — мера организации системы. Повышение организованности и упорядоченности за счет привлечения дополнительной или более качественной информации нередко становится более важным фактором развития производства, нежели вовлечение в производство дополнительных объемов труда, сырья, энергии. Это тем более важно, что в первом случае система будет развиваться интенсивно, а во втором, при привлечении дополнительных материальных ресурсов, — экстенсивно. Использование информационных ресурсов повышает качество управления, ведет к интенсификации производства. Следует преодолеть традиционные представления о том, что первостепенное значение придается прежде всего вещественным компонентам производства, и осознать, что информация также является неотъемлемой частью технологического процесса производства. Наступило время, когда информация стала таким же важным производственным ресурсом, как материал и энергия, таким же основным экономическим ресурсом научно-технического потенциала, как технические, трудовые и финансовые ресурсы.

Что же такое информация ?

Слово информация (латинское *informatio*) означает разъяснение, осведомление, изложение. Под информацией понимаются все те сведения, которые уменьшают степень неопределенности нашего знания о конкретном объекте. С позиции материалистической философии информация есть отражение реального мира; это сведения, которые один реальный объект содержит о другом реальном объекте.

Материальна или не материальна информация?

Сама по себе информация может быть отнесена к категории абстрактных понятий типа математических, но ряд ее особенностей приближает ее к материальным объектам. Например, информацию можно получить, записать, удалить, передать; информация не может возникнуть из ничего. Эти свойства присущи материальным объектам. Однако при распространении информации проявляется такое ее свойство, которое не присуще материальным объектам: при передаче информации из одной системы в другую количество информации в передающей системе не уменьшится, хотя в принимающей системе оно обычно увеличивается. Если бы информация не обладала этим свойством, то преподаватель, читая лекцию студентам, терял бы информацию и становился неучем.

Значит, информация не материальна, но информация является свойством материи и не может существовать без своего материального носителя — средства переноса информации в пространстве и во времени. Носителем информации может быть как непосредственно наблюдаемый физический объект, так и энергетический субстрат. В последнем случае информация представлена в виде сигналов: световых, звуковых, электрических и т. д. При отображении на носителе информация кодируется, то есть ей ставится в соответствие форма, цвет, структура и другие параметры элементов носителя.

Каким образом мы получаем информацию об объектах окружающего нас мира?

1.1. Сигналы, данные и информация

Человека окружает материальный мир, физические объекты — физические тела и физические поля. Все физические объекты находятся в состоянии непрерывного движения и из-

менения. Процессы движения и изменения объектов сопровождаются обменом энергией и ее переходом из одной формы в другую.

Все виды энергообмена сопровождаются появлением сигналов, т.е. все сигналы имеют в своей основе материальную энергетическую природу. При взаимодействии сигналов с физическими телами в последних возникают определенные изменения свойств (электрических, механических, химических, теплофизических и др.). Это явление называется регистрацией сигналов. Такие изменения свойств можно наблюдать, измерять или фиксировать различными способами – при этом возникают и регистрируются новые сигналы, т.е. образуются данные.

Данные – это зарегистрированные сигналы. При этом метод регистрации может быть любым: механическое перемещение физических тел, изменение их формы, электрических, магнитных, оптических характеристик, химического состава и др.

Данные несут в себе информацию о событиях, произошедших в материальном мире, поскольку они являются регистрацией сигналов, возникших в результате этих событий. Однако данные не тождественны информации, это лишь составляющая часть информации. Рассмотрим примеры.

Радиопередача на незнакомом языке. Получаем данные, но не получаем информацию, т.к. не владем методом преобразования данных в известные нам понятия. Если передачу (т.е. данные) записать на бумагу или магнитофон, то изменится форма представления данных, появится новая регистрация, новые данные. Можно подобрать другой метод, чтобы извлечь информацию – словарь или переводчика.

Контроль температуры в технологическом агрегате с помощью ртутного термометра. Наблюдаем перемещение столбика термометра – регистрируем данные. Однако информацию о температуре не получаем. Чтобы данные о перемещении ртутного столбика дали информацию о температуре, необходим метод пересчета одной физической величины в другую. В частности, надо знать цену деления шкалы термометра, а также надо знать как умножается цена деления на величину перемещения.

Все методы интерпретации делятся на искусственные и естественные. В основе искусственных методов лежат алгоритмы (упорядоченные последовательности команд), составленные и подготовленные людьми (субъектами). Например, измерение длины линейкой, расчет стипендии, себестоимости продукции. В основе естественных методов лежат биологические свойства субъектов информационного процесса. Например, определение направления сторон горизонта по деревьям, приближение непогоды по поведению птиц, медузы вблизи берега моря перед штормом.

Общепризнанного строгого определения термина «информация» нет, поэтому вместо определения используют понятие об информации. Понятие вводится на примерах, при этом каждая научная дисциплина делает это по-своему. Например, в естественных науках понятие информация трактуется как совокупность данных, повышающих уровень знаний об объективной реальности окружающего мира.

Для информатики как технической науки понятие информации не может основываться на понятии «знание», поскольку средства вычислительной техники обладают способностью обрабатывать информацию автоматически, без участия человека, и в этом случае нельзя говорить о каком-либо знании или незнании. Эти средства могут работать с искусственной, абстрактной или даже с ложной информацией, которая не имеет объективного отражения ни в природе, ни в обществе.

Примем следующее определение информации. **Информация – продукт взаимодействия данных и адекватных им методов.** Данные являются объективной составляющей информации, а методы – субъективной составляющей.

Отметим, что информация не является статичным объектом, она динамически меняется и существует только в момент взаимодействия данных и методов, т.е. информационного обмена. Остальное время она содержится в виде данных.

Главное требование – адекватность методов извлечения информации. Пример, письмо на незнакомом языке.

1.2. Свойства информации

Объективность информации. Понятие относительное, поскольку методы, которыми интерпретируется информация, как уже отмечалось, – субъективные. Более объективной принято считать информацию, в которую методы вносят меньший субъективный элемент. Например, фотоснимок и рисунок одного и того же объекта, показания участников событий и третьих лиц.

Полнота информации характеризует ее качество и определяет достаточность данных для принятия решений или создания новых данных на основе имеющихся. Чем полнее данные, тем больше методов, которые можно использовать для извлечения информации, в результате можно выбрать метод, имеющий наименьшую погрешность.

Достоверность информации. Данные возникают в момент регистрации сигналов, но не все сигналы являются «полезными», всегда присутствует какой-то уровень посторонних сигналов, так называемого «информационного шума». Чем больше уровень шума, тем меньше достоверность информации. В этом случае для передачи и получения такого же количества информации требуется либо больше данных, либо более сложные методы интерпретации.

Адекватность информации – степень соответствия реальному объективному состоянию объекта. Неадекватная информация может образовываться при создании новой информации на основе неполных или недостоверных данных. Однако иногда даже полные и достоверные данные могут приводить к созданию неадекватной информации в случае применения к ним неадекватных методов.

Доступность информации – способность получить ту или иную информацию. При этом влияют как доступность самих данных, так и доступность адекватных методов их интерпретации.

Актуальность информации – степень соответствия информации текущему моменту времени. Так как информационные процессы растянуты во времени, то даже достоверная и адекватная, но устаревшая во времени информация может приводить к ошибочным решениям. Актуальность и полнота информации составляют коммерческую ценность информации.

1.3. Операции с данными

В ходе информационного обмена данные преобразуются из одного вида в другой с помощью методов. Обработка данных включают в себя множество операций, причем трудозатраты на обработку данных по мере развития научно-технического прогресса возрастают.

Факторы: 1) усложнение условий управления производством и обществом; 2) быстрые темпы появления и внедрения новых носителей данных, средств их хранения и передачи, что вызывает общее увеличение объемов обрабатываемых данных.

Основные операции с данными:

Сбор данных – накопление информации с целью обеспечения достаточной полноты для принятия обоснованных решений.

Формализация данных – приведение данных, поступающих из разных источников, к одинаковой форме, чтобы сделать их сопоставимыми между собой, т.е. повысить их уровень доступности, а также облегчить их транспортировку и обработку.

Фильтрация данных – отсеивание «лишних» данных, в которых нет необходимости для принятия решений, при этом должен уменьшаться уровень «информационного шума», а достоверность и адекватность данных должны возрастать.

Сортировка данных – упорядочение данных по заданному признаку с целью удобства использования, повышает доступность информации.

Архивация данных – организация хранения данных в удобной и легкодоступной форме, служит для снижения экономических затрат по хранению данных и повышает общую надежность информационного процесса в целом.

Защита данных – комплекс мер, направленных на предотвращение утраты, воспроизведения и модификации данных.

Транспортировка данных – прием и передача данных между удаленными участниками информационного процесса, при этом источник данных в информатике принято называть сервером, а потребителя – клиентом.

Преобразование данных – перевод данных из одной формы в другую. Часто связано с изменением типа носителя (бумага, фото пленка, электронный вид), а также при транспортировке данных (модемы).

Список операций далеко неполный. Вывод: работа с информацией очень трудоемкий процесс и ее нужно автоматизировать. Для разработки автоматизированных систем сбора, обработки, передачи, хранения и представления данных средствами вычислительной техники занимается специальная инженерная дисциплина – информатика.

1.4. Предмет и задачи информатики

Информатика – достаточно новая научная дисциплина. Слово «информатика» происходит от французского слова *Informatique*, образованного в результате объединения терминов *Information* (информация) и *Automatique* (автоматика). Буквальный перевод – наука об автоматической обработке информации. (60-е гг. XX в.). В странах Западной Европы и США используется другой термин – *Computer Science* (наука о средствах вычислительной техники).

В качестве источника информатики обычно называют другую техническую науку. кибернетику (от греч. *Kibernetikos* – искусный в управлении), основы которой были заложены трудами по математической логике американского математика Норберта Винера, опубликованными в 1948 г. **Кибернетика** – это наука об общих принципах управления в различных системах – технических, химических, биологических, социальных и др.

Как наука, информатика переживает сейчас период своего бурного развития и быстро расширяет свои предметную область. Из технической дисциплины о методах и средствах об-

работки данных при помощи вычислительной техники информатика превращается в науку об информации и информационных процессах не только в технических системах, но также в природе и обществе. Сегодня вокруг информатики формируется целый комплекс новых направлений научных исследований в области информации. К их числу относятся социальная информатика (наука о процессах информатизации общества), биологическая информатика (наука об информационных процессах в биологических системах) и др.

Отметим сходство и различие между информатикой и кибернетикой.

Кибернетика – это наука об общих принципах управления в различных системах: технических, биологических, социальных и др. Управление немислимо без использования информации, процессы управления неотделимы от информационных процессов. В связи с этим существует довольно распространенное мнение, что информатика является всего лишь одним из направлений кибернетики. Действительно, между информатикой и кибернетикой провести четкую границу не всегда возможно в связи с ее неопределенностью и размытостью. Кибернетика и информатика различаются в расстановке акцентов. В отличие от кибернетики, внимание которой сосредоточено в основном на исследовании систем и процессов управления, главными **объектами изучения для информатики являются информационные системы, а также методы и средства хранения, передачи и использования информации в различных условиях**, получивших в последние годы обобщенное название информационной среды. Информатика занимается изучением процессов преобразования и создания новой информации более широко, практически не решая задачи управления различными объектами, как кибернетика. Информатика появилась благодаря развитию компьютерной техники, базируется на ней и совершенно немислива без нее. Кибернетика же развивается сама по себе, строя различные модели и рассматривая различные принципы и алгоритмы управления, активно используя достижения компьютерной техники.

Выделение информатики как самостоятельной области человеческой деятельности в первую очередь связано с развитием компьютерной техники. В связи с этим под информатикой иногда понимается область человеческой деятельности, связанная с процессами преобразования информации с помощью компьютеров и их взаимодействием со средой обитания.

Сегодня **информатика – это комплексная инженерная дисциплина, изучающая все аспекты разработки, проектирования, создания, оценки функционирования систем сбора, обработки, передачи, хранения и представления данных средствами вычислительной техники, их применения в различных областях человеческой деятельности.**

Предмет информатики составляют следующие понятия:

- аппаратно-техническое обеспечение средств вычислительной техники;
- программное обеспечение средств вычислительной техники;
- средства взаимодействия аппаратно-технического и программного обеспечения;
- средства взаимодействия человека с аппаратными и программными средствами.

Основные направления развития информатики:

- архитектура вычислительных систем (приемы и методы построения систем автоматической обработки данных);
- интерфейсы вычислительных систем (приемы и методы управления аппаратным и программным обеспечением, методы и средства взаимодействия человека с аппаратными и программными средствами – пользовательский интерфейс);
- программирование (приемы, методы и средства разработки компьютерных программ);

- защита информации (обобщение приемов, разработка методов и средств защиты данных);
- стандартизация (обеспечение совместимости между аппаратными и программными средствами, а также между форматами представления данных, относящихся к различным типам вычислительных систем) и др.

2. Информационные системы и технологии

2.1. Структура информационной системы

Сотрудник отдела снабжения и сбыта, подтверждающий получение заказа, технический директор, определяющий техническую политику предприятия, любой металлургический агрегат, «выдающий продукцию», – все это является источником информации.

Последствия поведения или функционирования каждого из них в соответствующей сфере деятельности (заказ, принятие решения о техническом перевооружении, состав получаемого материала и т.п.) порождают то, что принято называть **событием** в самом широком смысле этого слова.

События по-разному отражаются на функционировании предприятия: одни остаются без внимания, другие представляются на усмотрение профессионально компетентных лиц, которые располагают большой свободой действий для локального управляющего воздействия в соответствии с полученной информацией; информация о третьей разновидности событий используется в соответствии с установленными правилами, что в определенный момент времени вызывает **управляющее воздействие** на уровне основных ресурсов, участвующих в рассматриваемом процессе.

Подобно термину «событие», термин «управляющее воздействие» здесь понимается в самом широком смысле: он может означать поставку сырья, изъятие изделия из каталога выпускаемой продукции, составление отчета, перестановку оборудования, ремонт металлургического агрегата, управление технологическим режимом данного конкретного металлургического агрегата и т.п. Таким образом, в общем случае **под управлением понимается совокупность воздействий на систему, переводящих ее в требуемое целевое состояние.**

Эти управляющие воздействия влияют на ход событий и сами в соответствующие моменты времени проявляются через другие события, так что цикл замыкается.

Таким образом, мы имеем здесь дело с тем, что принято называть **системой информации**. Из этой системы мы рассмотрим лишь установившийся информационный цикл (**рис.2.1**). Событие генерирует информацию, которая затем используется с промежуточной обработкой или без нее; это использование вызывает управляющее воздействие.

С этим процессом мы встречаемся во всех системах управления. Система информации представляет собой информационную среду, которая позволяет определить: где, когда, при каких обстоятельствах произошло событие? Каким образом его воспринять, уловить, зафиксировать? Где, когда и как следует применить управляющее воздействие?

Использование информации подразумевает ряд воздействий, выполняемых искусственно созданной автоматизированной информационной системой. Следовательно, автоматизированная информационная система создается человеком искусственным путем. В дальнейшем уточним это понятие.

Рассмотрим основные процессы в информационной системе.

Автоматизированная информационная система в общем случае осуществляет следующие операции (рис. 2.1):

1. сбор, первичная обработка и оценка достоверности информации;
2. преобразование информации, т.е. возможное преобразование информации (перекодирование, перезапись), когда способ представления информации или ее носитель не совместимы с блоком ее использования;
3. передача информации в пункт хранения;
4. хранение информации;
5. возможная вторичная обработка, когда полученную информацию нельзя использовать непосредственно, т.е. когда она в том виде, в каком есть, не может вызвать требуемого управляющего воздействия;
6. передача информации и выдача информации пользователю (представление информации);
7. компьютерная поддержка принятия решений (ЭС и модельные системы);
8. использование информации лицом, принимающим решение, для осуществления задач управления.

Следует отметить особую роль моделей разного класса и вида на всех этапах. Известный русский академик А.Н. Крылов в 1937 г. еще в период зарождения вычислительной техники и информатики предупреждал, «что если в вычислительное устройство загрузить информационный мусор, то на выходе вычислителя получим также мусор». Последующий опыт показывает, что только использование адекватных моделей разного класса (математических моделей технологических процессов, моделей знаний, моделей данных и т.п.) может обеспечить успешность и эффективность функционирования информационных систем.

Особо отметим, что на всех этапах, указанных на рис. 2.1, современные информационные системы предусматривают широкое использование компьютерной техники.

Конкретизируем понятие автоматизированной информационной системы.

Автоматизированная информационная система – это искусственно созданная человеком взаимосвязанная совокупность средств (в том числе и компьютерных), методов и персонала, используемых для получения, хранения, обработки, манипулирования и выдачи информации в интересах достижения поставленной цели.

Иными словами, информационная система – это человеко-компьютерная система для поддержки принятия решений и производства информационных продуктов, использующая компьютерную информационную технологию.

При всем многообразии информационных систем главная их **цель**, как следует из рис. 2.1, **одна: предоставить достоверную информацию в определенное время, определенному лицу, в определенном месте и за определенную плату.**

Отметим различие между компьютерными и информационными системами.

Компьютеры, оснащенные специализированными программными средствами, являются технической базой для информационных систем. Информационная система включает и персонал, взаимодействующий с компьютерами.

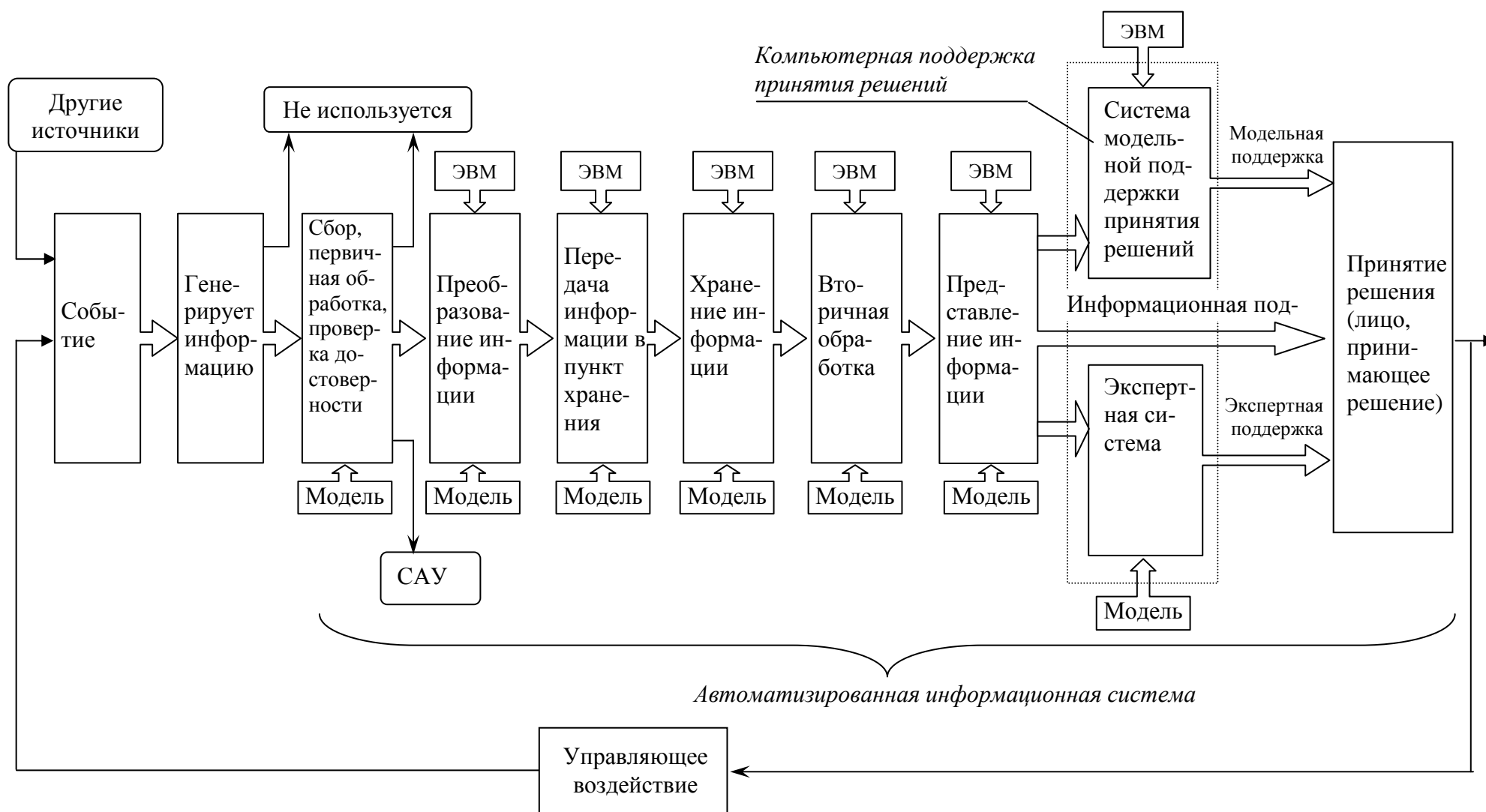


Рис. 2.1. Структура информационной системы

В силу исключительной сложности большинства металлургических технологий, осуществление управления ими даже при высоком уровне компьютеризации и моделирования металлургических систем без участия человека невозможно. В связи с этим отметим важную роль человека (промышленного персонала, лица, принимающего решение) при окончательном принятии решения в металлургии. Именно поэтому участие человека в современных информационных системах, особенно при принятии решений, как мы покажем в дальнейшем, жизненно необходимо.

Различают фактографические и документальные информационные системы.

В **фактографических информационных системах** регистрируются факты – конкретные значения данных об объектах реального мира. Основная идея таких систем заключается в том, что все сведения об объектах окружающего мира (названия предметов, явлений, фамилии людей, числа, даты и др.) сообщаются компьютеру в каком-то заранее обусловленном формате (например дата – в виде комбинации ДД.ММ.ГГГГ). Информация, с которой работает фактографическая ИС, имеет четкую структуру, позволяющую компьютеру отличать одно данное от другого (например, ФИО от должности). Структурированность информации в фактографических информационных системах позволяет им однозначно отвечать на запросы пользователя типа: «Какой объем продукции определенного типа произведен на предприятии за последнюю рабочую смену?», «Каково тепловое состояние доменной печи, оцениваемое по тем или иным параметрам?».

Документальные информационные системы обслуживают принципиально иной класс задач, которые не предполагают однозначного ответа на поставленный вопрос. Они оперируют неструктурированными текстовыми документами (статьи, книги, тексты законов и т.д.) и снабжены тем или иным формализованным аппаратом поиска. Цель такой системы, как правило, – выдать в ответ на запрос пользователя список документов, в какой-то мере удовлетворяющих сформулированным в запросе условиям. Например, выдать список всех статей, в которых встречается слово «теплообмен».

Заметим, что фактографические ИС могут работать и с неструктурированными блоками информации (текстами, графикой, звуком, видео), которые снабжены структурированными описателями. Прими, ИС свойств металлов может содержать следующие данные: название, химический состав, характеристики (твердость, краснеломкость и др.), описание технологического режима его получения (скорость охлаждения, температуры выдержки и др.)

Деятельность любого промышленного предприятия, в том числе и металлургического, можно условно разделить на две части: первая – это непосредственно производственный процесс, вторая – финансово-экономическая деятельность предприятия. Требования к информационным системам по финансово-экономической деятельности не имеют, пожалуй, особой специфики для различных областей, но производственная деятельность крупного металлургического производства, включающего множество технологических циклов и потребляющего разное сырье (как исходное, так и промежуточное), всегда ставит задачу контроля технологических цепочек на всех этапах. В металлургии сбои в технологическом цикле могут иметь как тяжелые финансовые последствия, так и приводить к крупным авариям. Поэтому особенностью ИС в металлургии является обслуживание производственной деятельности на всех технологических циклах. Соответственно контроль должен осуществляться в реальном времени и непрерывно, что выдвигает требования к производительности информационных систем, гарантии качества услуг и их надежности. Впрочем, надежность и защищенность систем не в меньшей степени требуются и для финансово-экономической деятельности, так как объем входящих и исходящих финансовых потоков, а также циркулирующих внутри предприятия весьма велик.

Любое более-менее серьезное предприятие металлургической отрасли нередко представляет собой конгломерат нескольких, в известной степени независимых друг от друга,

но связанных производств. В зависимости от размеров предприятия и области металлургии, в которой оно специализируется, количество этих производств может варьироваться. Относительная автономность всех производств тем не менее подразумевает их слаженную работу и сопряженность технологических циклов. В связи с этим необходимо создание ряда независимых друг от друга информационных систем и обеспечение их интеграционного взаимодействия друг с другом.

Главная цель информационных систем в металлургии – это создание эффективной и надежной информационной структуры анализа сквозной технологии, пригодной к промышленному использованию. Под сквозной технологией в черной металлургии для предприятий с полным металлургическим циклом обычно понимают комплекс технологических операций в системе подготовка руд к плавке – доменный передел – сталь – металлопрокат. В мировой практике принято рассматривать комплексные системы автоматизации предприятий в виде 5-уровневой пирамиды. Структуру информационной системы крупного промышленного предприятия обычно представляют в виде пирамиды (рис. 2.2).

Исторически процесс информатизации проникал на производство с двух сторон – «сверху» и «снизу».

«Сверху» (самый верхний, пятый уровень), в офисах создаются информационные структуры, отвечающие за работу предприятий в целом. Это автоматизация бухгалтерского учета, управления финансами и материально-техническим снабжением, организацией документооборота, анализом и прогнозированием и др. Этот уровень называется **планированием ресурсов предприятия (MRP, Manufacturing Resource Planning) или управление ресурсами предприятий (ERP, Enterprise Resource Planning)**.

Самый нижний, первый уровень представляет собой набор датчиков, исполнительных механизмов и других устройств, предназначенных для сбора первичной информации и реализации управляющих воздействий. Этот уровень называется **I/O (Input/Output, ввод/вывод)**.

Следующий, второй уровень предназначен для **непосредственного управления производственным процессом с помощью различных устройств связи с объектом (УСО), программируемых логических контроллеров (ПЛК, PLC – Programmable Logic Controller) или (и) промышленных (индустриальных) компьютеров (PC, ПК)**. Это уровень (**Control Level – простое управление**), на котором замыкаются самые «короткие» контуры управления производством.

Третий уровень называется **SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition – буквально сбор данных и диспетчерское управление)**. На уровне (**SCADA Level**) осуществляется диспетчеризация систем сбора данных и оперативное управление технологическим процессом, принимаются тактические решения, прежде всего направленные на достижение стабильности процесса.

Очевидно, что первичная информация с третьего уровня должна «добираться» до пятого, верхнего уровня, уровня принятия стратегических решений. Очевидно также, что поток сырых данных, без надлежащей обработки, послужит скорее «информационным шумом» для менеджеров и экономистов. Необходимым связующим звеном выступают новый класс средств управления производством – **MES (Manufacturing Execution Systems – или системы исполнения производства)**. Этот уровень выполняет упорядоченную обработку информации о ходе производства продукции в различных цехах, обеспечивает управление качеством, а также является источником необходимой информации в реальном времени для самого верхнего уровня управления.

Заметим, что на каждом из указанных уровней промышленной информационной системы, как мы покажем в дальнейшем, в мировой практике очень широко используется компьютерная техника и различное программное обеспечение.

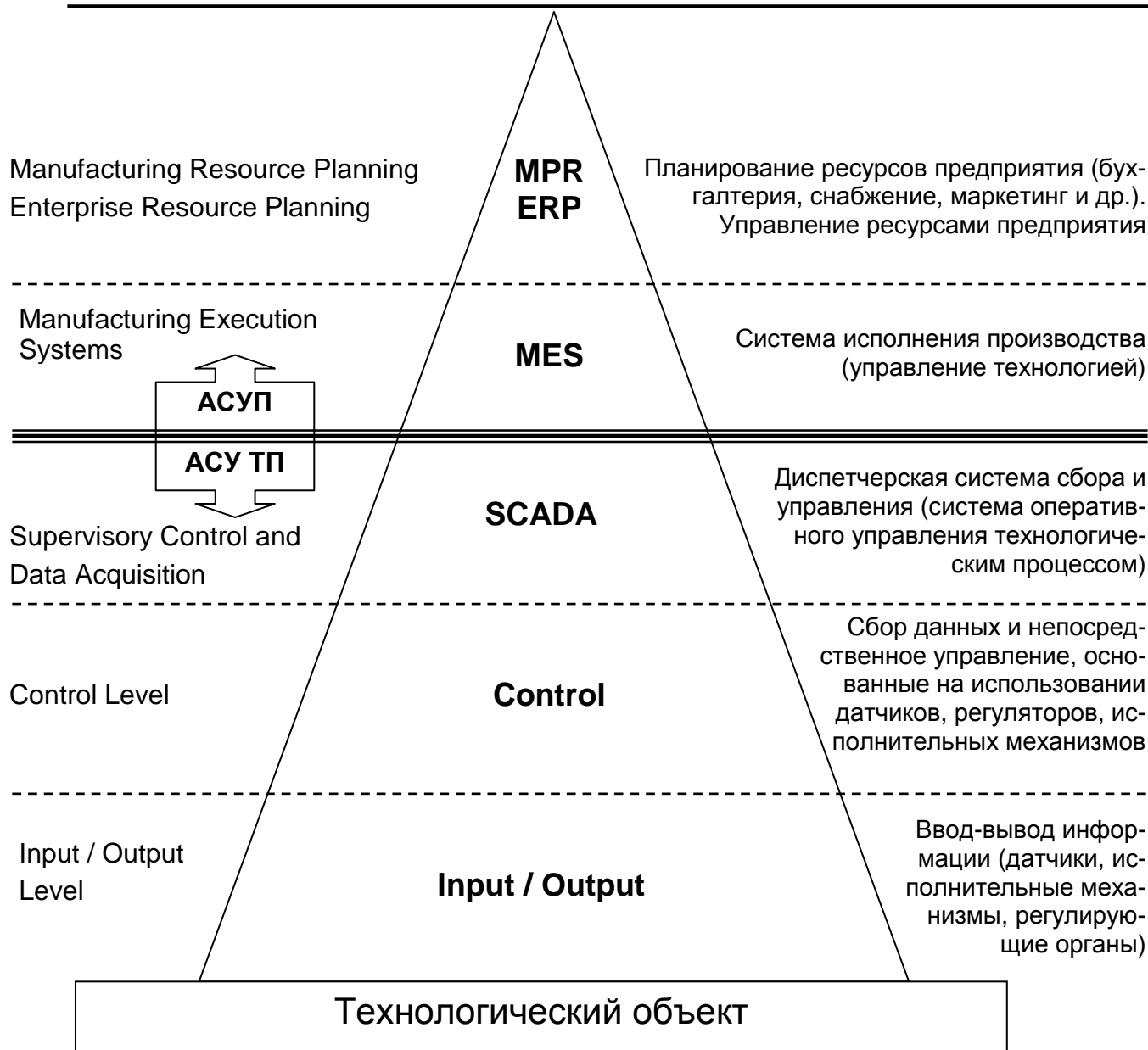


Рис. 2.2. Уровни автоматизированной информационной системы промышленного предприятия

2.2. Понятие информационной технологии

Информационная система по своему составу напоминает предприятие по переработке данных и производству информации. Как и в любом производственном процессе, в информационной системе присутствует технология преобразования данных в другую информацию (**рис. 2.3**).

Под **информационной технологией** будем понимать систему методов и способов сбора, накопления, хранения, поиска, обработки и передачи информации на основе применения средств вычислительной техники.

Цель информационной технологии – производство информации для ее анализа человеком и принятия на его основе решения по выполнению какого-либо действия.



Рис. 2.3. Информационная технология как аналог технологии переработки материальных ресурсов

Цель технологии материального производства – выпуск продукции, удовлетворяющей потребности человека или системы.

Информационные технологии, в частности, могут отличаться *по типу обрабатываемой информации* (рис. 2.4), но могут объединяться в интегрированные технологии.

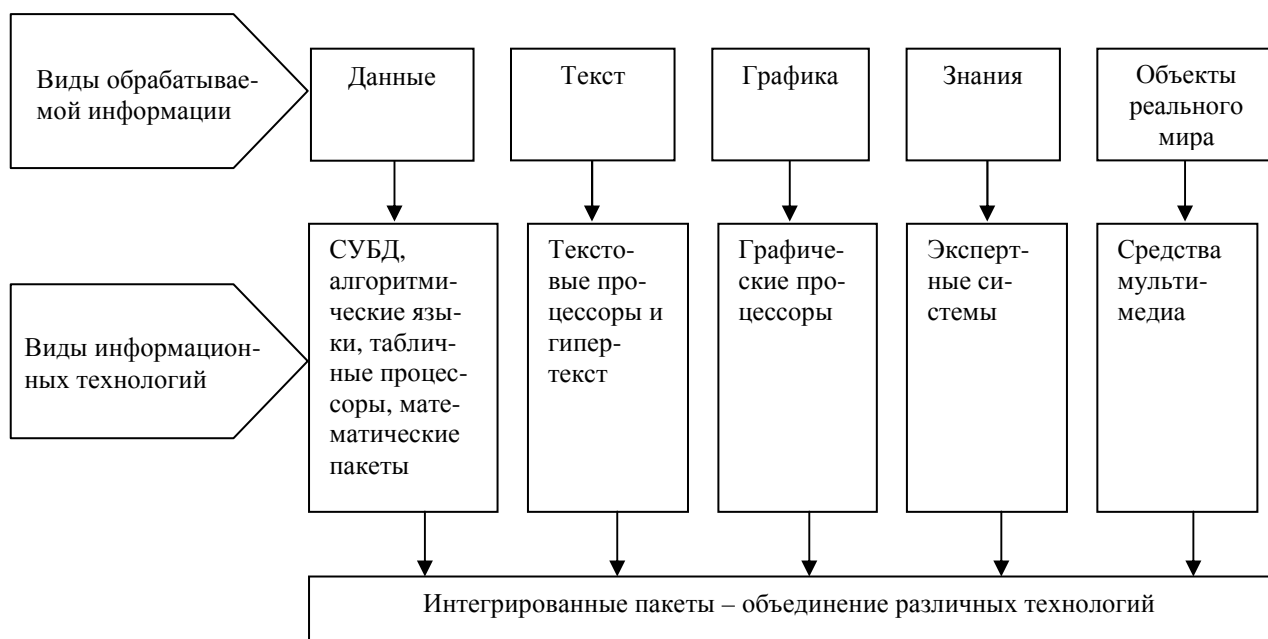


Рис. 2.4. Классификация информационных технологий в зависимости от типа обрабатываемой информации

Выделение, предложенное на этом рисунке, в известной мере условно, поскольку большинство этих информационных систем, как мы увидим в дальнейшем, позволяет поддерживать и другие виды информации. Так, табличные процессоры могут обрабатывать не только цифровую, но и текстовую информацию, а также обладают встроенным аппаратом генерации графиков. Однако каждая из этих технологий все-таки в большей мере акцентирована на обработку информации определенного вида.

Отметим основные отличительные черты современной (часто ее называют новой) информационной технологии.

- Дружественность по отношению к пользователям программного и аппаратного интерфейса компьютера с разветвленной системой меню и подсказок (пользователь может работать не в режиме программирования, а в режиме манипулирования данными; может видеть и действовать, а не знать и помнить).
- Интерактивный (диалоговый) режим решения задач с широкими возможностями для пользователя оперативно влиять на ход решения.
- Возможность коллективного решения задач на основе информационных сетей и систем телекоммуникаций, обеспечивающих всем пользователям оперативный доступ к любым техническим, программным и информационным ресурсам системы.
- Безбумажная технология, при которой основным носителем информации является не бумажный, а электронный документ, формируемый на машинном носителе (в памяти компьютера) и доводимый до пользователя через экран дисплея.
- Сквозная информационная поддержка всех этапов преобразования информации с помощью унифицированных (согласованных) форм представления информации. Технологический процесс преобразования информации в общем случае может включать в себя такие процедуры (стадии), как получение, сбор и регистрация информации, передача, хранение, обработка, представление отработанной (результатирующей) информации, принятие решения для выработки управляющих воздействий.

Рассмотрим назначение и дадим краткую характеристику следующим основным типовым информационным технологиям:

1. Сбор и обработка первичной технологической информации
2. Сетевые технологии передачи данных.
3. Хранение данных.
4. Обработка текстовой информации.
5. Графические пакеты.
6. Обработка информации табличного типа.
7. Математические пакеты.
8. Модельные системы поддержки принятия решений.
9. Экспертные системы.

2.3. ИТ сбора и обработки первичной технологической информации

Анализ задач, решаемых на нижнем уровне пирамиды информационной системы (уровень Control, см. **рис. 2.2**) показывает, что здесь имеется определенная взаимосвязь задач, решаемых информационными системами, с задачами автоматизированных систем управления (АСУ). Особенностью создания информационной системы промышленного предприятия является необходимость тесной интеграции автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУП) и автоматизированными системами управления предприятием (АСУТП). В связи с этим конкретизируем эти понятия.

В соответствии с государственным стандартом **автоматизированная система (АСУ)** – это человеко-машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления в различных сферах человеческой деятельности. Обычно среди АСУ выделяют автоматизированные системы

управления производством (АСУП) и автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

АСУП предназначена для основных задач управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятия в целом и (или) его самостоятельных частей на основе применения экономико-математических методов и средств вычислительной техники (уровни 4, MES, и 5, MPR, ERP на рис. 2.2).

АСУ ТП предназначены для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект управления в соответствии с принятым критерием управления (уровни 1, 2, 3).

В наиболее общем случае АСУ ТП представляет собой замкнутую систему, обеспечивающую автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с принятым критерием, и реализацию управляющих воздействий на технологический объект.

Идеология построения систем управления предприятиями в настоящее время основана на принципах:

- Интеграции всех систем управления, и в первую очередь АСУП и АСУ ТП, в единую систему.
- Структурированной и модульной организации входящих в ее состав компонентов.

Функции АСУ ТП подразделяются на информационные, управляющие и вспомогательные.

Информационные функции АСУ ТП – это функции системы, содержанием которых является сбор, обработка и представление информации для последующей обработки. К информационным функциям АСУ ТП относят централизованный контроль и измерение технологических параметров, вычисление параметров процесса, формирование и выдача текущих и обобщающих технологических и экономических показателей оперативному персоналу АСУ ТП, подготовку и передачу информации в смежные системы управления.

К управляющим функциям АСУ ТП относят регулирование (стабилизацию) отдельных технологических переменных, логическое управление операциями или аппаратами, программное логическое управление оборудованием, оптимальное управление установившимися или переходными режимами или отдельными стадиями процесса, адаптивное управление объектов в целом и др.

Вспомогательные функции состоят в обеспечении контроля за состоянием функционирования технических и программных средств системы.

Как правило, только информационные и вспомогательные функции и являются областью интересов информационных систем, в то время как управляющие функции не рассматриваются в информационных системах, а являются прерогативой теории управления, кибернетики и т.д.

В зарубежной практике типовая архитектура АСУ ТП, как было уже отмечено (см. **рис. 2.2**), включает в себя следующие уровни:

- уровень Input/Output, т.е. непосредственного взаимодействия с технологическим объектом, на котором осуществляется сбор данных от датчиков и воздействие на технологических процесс с помощью исполнительных механизмов и регулирующих органов;
- уровень Control, на котором осуществляется непосредственное управление технологическими параметрами. На этом уровне часто используются программируемые логические контроллеры – ПЛК (PLC – Programmable Logic Controllers) с открытой архитек-

турой или свободно программируемые контроллеры различных отечественных и зарубежных фирм;

- уровень автоматизированного рабочего места оператора, включающий диспетчерскую систему сбора и управления технологическим процессом (SCADA-система). Это верхний уровень управления в системе АСУТП, на котором собирается необходимая информация от многих источников низшего уровня и который включает контуры управления и принятия решения не только на основе вычислительных средств, но и человека (оператора). На этом же уровне предусматривается решение задач оптимизации, прогнозирования технологического процесса. Здесь предусматривается использование мощных вычислительных ресурсов в экспертных и моделирующих системах реального времени.

Заметим, однако, что в России, чаще всего, первые четыре уровня относят к АСУ ТП, а пятый уровень к АСУП.

Исторически сложилось так, что самый верхний уровень MRP и нижние три развивались независимо друг от друга, и, следовательно, между собой никак не стыковались, т.е. фактически отсутствовал достаточно интеллектуальный интерфейс, который бы их объединял. Это стало тормозящим фактором на современном этапе развития промышленности, когда для эффективной работы производственного предприятия и для принятия на верхнем уровне как стратегических, так и тактических решений требуется его комплексная автоматизация.

Эволюция структуры управления технологическими процессами от традиционных АСУ ТП к структурированным показана на **рис. 2.5**, который наглядно показывает недостатки **традиционного** варианта построения АСУ ТП:

- множество аппаратно-программных средств согласования (интерфейсов), сложность и запутанность связей между объектами;
- несовместимость форматов данных и структуры сообщений;
- как результат – сложность внесения изменений, что может вызвать переработку большого объема программ.

Более перспективным является современный, **структурированный (системный)** подход обладает следующими особенностями:

- нормализацией данных, т.е. приведение к определенному диапазону входных сигналов данных;
- стандартизация форматов представления информации;
- гибкими средствами интеграции приложений, включая АСУП.

Такой модульный систематизированный подход к построению АСУ ТП обеспечивает возможность эффективной модернизации системы, облегчает внесение в нее изменений, что в совокупности гарантирует защиту ранее вложенных инвестиций и уменьшает стоимость информационной системы в целом.

Существуют отдельные **проблемы**.

1. Проблема цифровой обработки данных.

На самом нижнем уровне на вход управляющего вычислительного комплекса от датчиков (термопар, индуктивных датчиков, счетчиков продукции и др.) поступает измерительная информация о текущих значениях параметров, характеризующих ход технологического процесса (состояние и параметры заготовок, качество обработанных деталей, их количество и др.). Компьютер обрабатывает эту информацию в соответствии с принятым

законом управления (алгоритмом управления), определяет управляющие воздействия, которые необходимо приложить к исполнительным механизмам для изменения управляемых параметров, с тем, чтобы управляемый процесс протекал оптимальным образом.

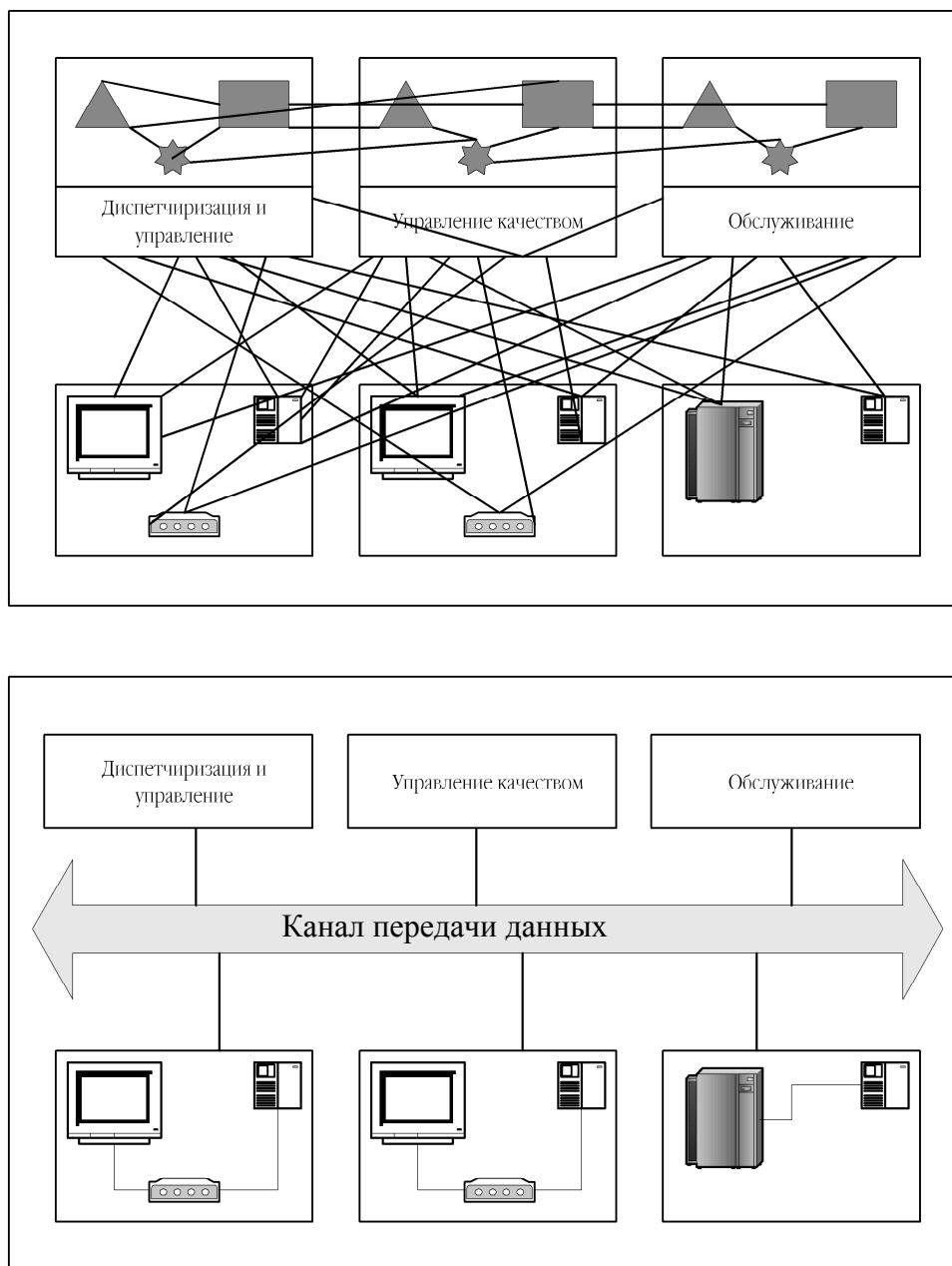


Рис. 2.5. Эволюция структуры управления:

а – традиционный подход; б – структурированный подход

Многие первичные преобразователи вырабатывают свои сигналы в виде напряжения, силы тока, сопротивления, угла поворота и т.п. в форме непрерывного (аналогового) сигнала. Подводимые к исполнительным механизмам управляющие воздействия должны вырабатываться в форме напряжений, т.е. также в аналоговой или дискретной форме.

Так как процессор компьютера оперирует с цифровыми величинами, то поступающие на его вход величины должны предварительно быть преобразованы в цифровую форму, а вырабатываемые управляющим вычислительным комплексом величины управляющих воздействий – из цифровой формы в аналоговую или дискретную, т.е. в соответствующие напряжения. Некоторые входные параметры (например, выдаваемые конечными

выключателями, фотореле и др.) и некоторые выходные управляющие сигналы (например, включение двигателей) имеют релейный характер.

Поэтому, неотъемлемой частью автоматизированной системы управления технологическими процессами являются устройства связи с объектом (УСО), назначение которых заключается в сопряжении датчиковой аппаратуры и исполнительных механизмов контролируемого объекта и/или технологического процесса с вычислительными средствами системы.

УСО представляет собой комплекс в виде специализированных функциональных блоков, осуществляющий необходимый информационный обмен между технологическим объектом и управляющей информационной системой.

На **рис. 2.6** изображена общая структурная схема системы связи компьютера с объектом управления.

Как правило, на УСО возлагаются следующие функции.

- Нормализация аналогового сигнала – приведение границ шкалы первичного непрерывного сигнала к одному из стандартных диапазонов входного сигнала аналого-цифрового преобразователя измерительного канала. Наиболее распространены следующие диапазоны: 0–20 мА, 4–20 мА, от 0 до 5 В; от –5 до 5 В; от 0 до 10 В, а также сигналы датчиков с естественными выходными сигналами (термопары, термометры сопротивления, тензометрические датчики и т.п.).

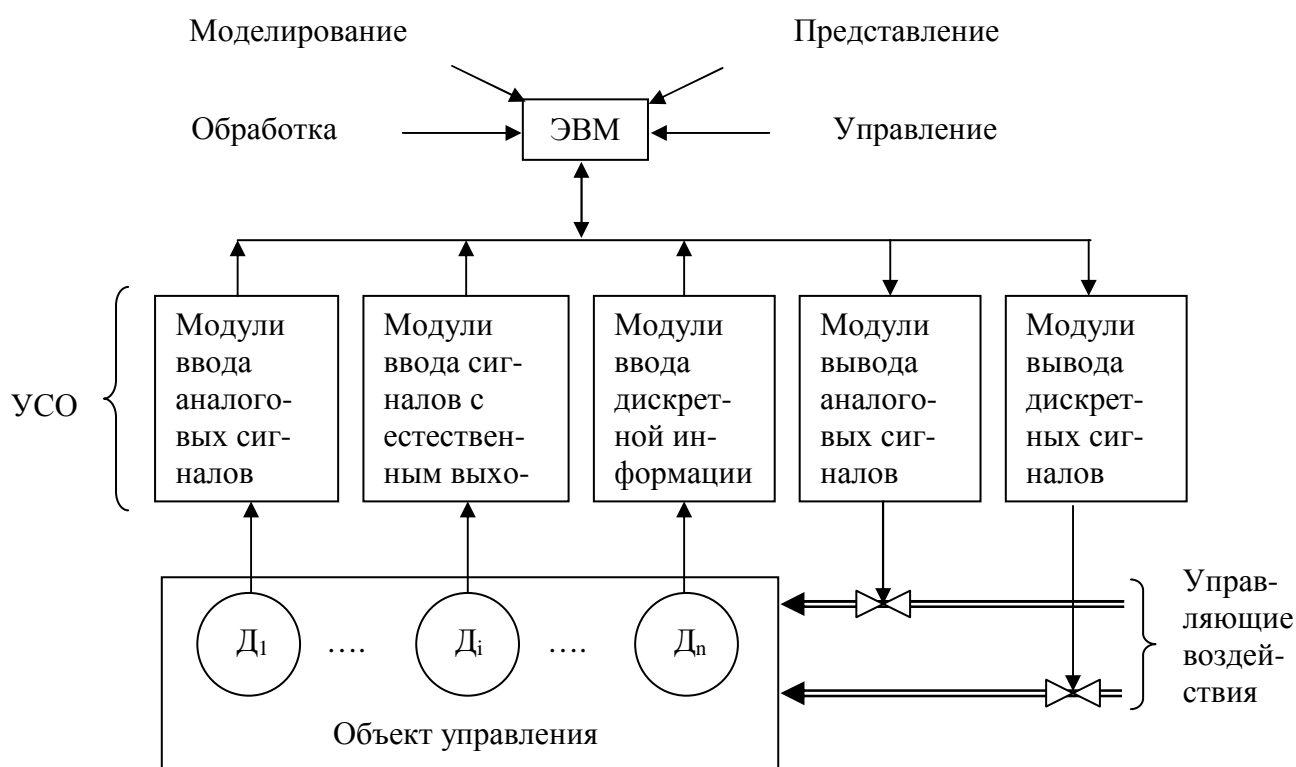


Рис. 2.6. Структурная схема связи компьютера с объектом управления

- Предварительная низкочастотная фильтрация аналогового сигнала – ограничение частот первичного сигнала с целью снижения влияния на результаты измеренных помех различного происхождения, т.е. повышения достоверности получаемых данных. На

промышленных объектах наиболее распространены помехи с частотой сети переменного тока, а также хаотические импульсные помехи, вызванные влиянием на технические средства измерительного канала переходных процессов и наводок при коммутации исполнительных механизмов повышенной мощности.

- Обеспечение гальванической развязки между источником аналогового или дискретного сигнала и измерительными каналами системы. В равной степени это относится к изоляции между каналами дискретного вывода системы и управляемым силовым оборудованием. Помимо собственно защиты выходных и входных цепей, гальваническая изоляция позволяет снизить влияние на систему помех по цепям заземления за счет полного разделения вычислительной системы и контролируемого оборудования.

Помимо перечисленных функций, ряд устройств связи с объектом может выполнять более сложные задачи за счет наличия в их составе подсистемы аналого-цифрового преобразования и дискретного ввода-вывода, микропроцессора и средств организации одного из интерфейсов последовательной передачи данных.

2. Проблема распределенного сбора данных.

Отличительной особенностью систем сбора данных на промышленных объектах является распределенность физических параметров и широкий диапазон их видов и размерностей, что требует многовариантного подхода к организации измерительных схем. Так, в одном случае превращение многоканальной информации в одноканальную, для ее обработки, осуществляется с помощью многоканального аналогового коммутатора, подключаемого на вход одного аналого-цифрового преобразователя, а в другом случае на каждый канал включается индивидуальный аналого-цифровой преобразователь. Преобразование многоканальной информации в одноканальную осуществляется с помощью цифрового мультиплексора. На этот мультиплексор данные поступают либо от аналого-цифрового преобразователя, либо от микропроцессорного измерительного блока. Ядром же микропроцессорной измерительной системы является аналого-цифровой преобразователь, входящий в состав любой современной измерительной процедуры.

Следует отметить, что к 80-м годам технология приборной связи 0,4...20 мА Государственной системы приборов (ГСП) стала стандартом де-факто. В результате производители контрольно-измерительной аппаратуры получили стандарт, на основе которого их продукты можно было интегрировать в информационные системы без особого труда.

С развитием цифровой технологии ситуация в этой области стала изменяться. Пользователи постепенно переходят **от централизованных систем управления к открытым распределенным системам управления в реальном режиме времени**. В результате централизованные архитектуры начинают сдавать свои позиции на рынке, в то время как открытые распределенные системы начинают его завоевывать. Проходят те времена, когда нормой жизни считался огромный шкаф, начиненный автоматикой с выходящими из него толстыми пучками кабелей, ведущими к датчикам и исполнительным механизмам. Сегодня в большинстве случаев становится экономически целесообразной установка в цехе или участке нескольких локальных контроллеров, объединенных в единую сеть, чем прокладка разветвленных кабельных систем.

Системы с централизованным управлением обычно требуют, чтобы каждый датчик или группа датчиков подключались к центральному компьютеру отдельным и довольно дорогим высококачественным кабелем. В противоположность этому в распределенной системе рядом с каждой группой датчиков располагается один интеллектуальный узел (PLC или PC), преобразующий сигналы датчиков в цифровую последовательность и передающий их в этом виде в систему управления. При этом прокладка кабелей и развертывание систем обходится значительно дешевле. Благодаря таким преимуществам, как

экономичность решений, надежность и безопасность, в настоящее время осуществляется «цифровая революция», т.е. переход от аналоговой технологии к цифровой.

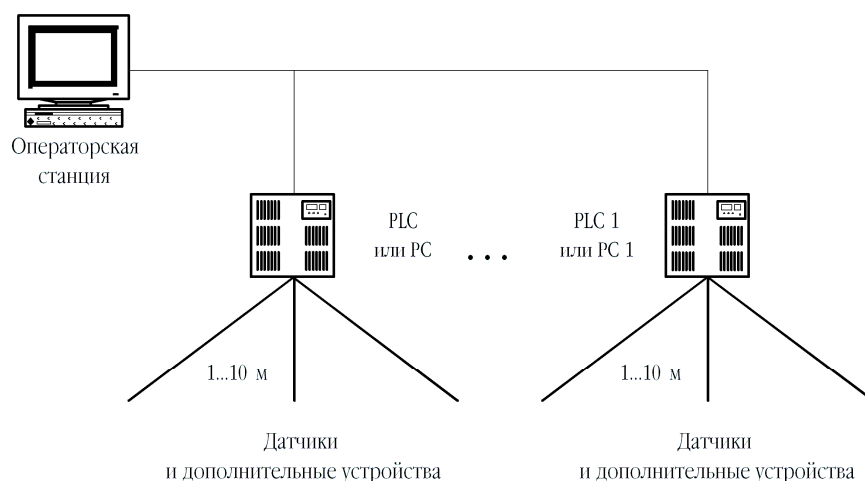


Рис. 2.7. Структура распределенной информационной системы

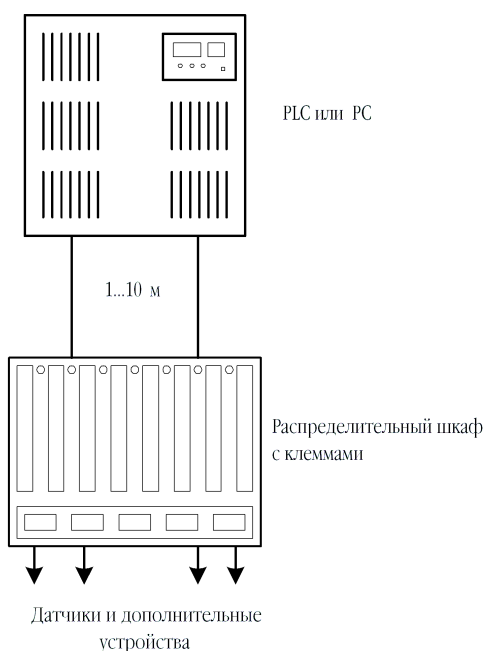


Рис. 2.8. Структура централизованной информационной системы

Таким образом, современная идеология построения сложных автоматизированных систем управления технологическими процессами уверенно развивается в направлении применения распределенных принципов построения систем (**рис. 2.7**) в противоположность централизованным (**рис. 2.8**). Объясняется это различными причинами, наиболее важными из которых являются:

- значительное сокращение общих затрат на кабельную сеть, включающих как стоимость самих подключаемых кабелей, так и стоимость монтажных работ;
- стремительное удешевление вычислительной техники, позволившее применять автономные вычислители в каждом из узлов АСУ ТП в непосредственной близости от исполнительных устройств и датчиков.

Появление распределенных АСУ ТП привело к необходимости разработки специальных сетевых решений, ориентированных на эксплуатацию в промышленных условиях

(Fieldbus – промышленная сеть). Основными требованиями к ним являются: высокая помехозащищенность, достаточная скорость передачи и низкая степень стоимости соединительного кабеля. При построении промышленных сетей, объединяющих PLC и компьютеры PC автоматизированных рабочих мест оператора, предложено множество различных решений. Однако в настоящее время отсутствует единый международный стандарт. Основными же «игроками» в области промышленных сетей сегодня являются: Profibus, CAN, Interbus, Industrial Ethernet и др. В дальнейшем, при описании информационных систем в металлургии, мы остановимся на особенностях некоторых из этих решений более подробно.

Сегодня никакой производитель не может поставлять всю номенклатуру изделий, требующихся в современных информационных системах. От специалистов требуется умение применять для построения информационных систем высокотехнологичные изделия различных компаний, и, естественно, эти изделия должны быть совместимыми. Для гарантии совместимости различных производителей необходимы открытые стандарты аппаратных и программных средств.

Системы, являющиеся уникальными (их делает и поддерживает только один производитель), работающие по уникальным протоколам связи, получили название **«Закрытые системы» (closed systems)**. Большинство таких систем зародилось во времена, когда проблема интеграции изделий других производителей не была актуальной.

«Открытые системы» (open systems) приводят в соответствие специфические требования интересам всех. Только при использовании принципов открытых систем, интеграция изделий разных производителей в одну сеть может быть решена без особых проблем.

Открытые магистрально-модульные системы (ОММС) используются для построения современных управляющих систем (рис. 2.9)

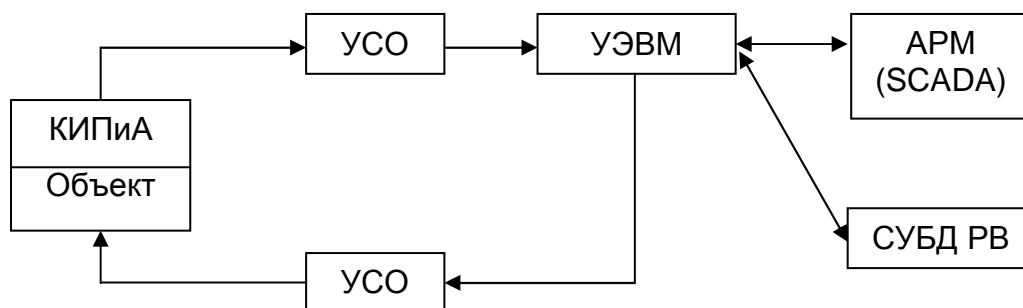


Рис. 2.9. Общая схема управляющей системы:

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации;

УСО – устройство связи с объектом;

УЭВМ – управляющая электронно-вычислительная машина;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

SCADA (Supervisor Control And Data Acquisition) – программное обеспечение операторских станций технологических процессов;

СУБД РВ – системы управления базами данных реального времени

В качестве УЭВМ использование универсальных ПК неприемлемо по следующим причинам:

- большое число контролируемых параметров;
- недостаточный спектр поддерживаемых периферийных устройств;
- время решения задач должно быть строго ограничено, режим работы – реальное время.

Требования к УЭВМ:

- необязательно должны обладать сверхпроизводительностью, основное требование – ограничение по времени решаемой задачи;
- поддержка работы в необслуживаемом круглосуточном режиме;
- высокая технологичность ремонта и обслуживания, для чего используют строгие правила построения УЭВМ;
- гибкость и необходимость многократных модернизаций в процессе эксплуатации, наращивание каналов ввода-вывода без потерь быстродействия (масштабируемость системы);
- наличие развитой мультипроцессорности, отсутствие логических ограничений по наращиванию;
- принцип распределенности построения, для чего используются либо специальные промышленные сети (Fieldbus, CANbus, Profibus и др.), либо вычислительные сети общего назначения;
- использование специализированного программного обеспечения: операционных систем и прикладных программ. В универсальных ПК большое количество вычислительных ресурсов тратится на поддержку пользовательского интерфейса. В УЭВМ же целью информационной среды является обеспечение заданной реакции на воздействия (операционные системы реального времени);
- обеспечение преемственности в развитии. Аппаратные решения универсальных ПК быстро меняются, УЭВМ работают минимум десять лет. Обеспечение этого требования достигается тем, что в состав магистральных шин закладывается заведомая избыточность.

Существует проблема отчужденности прикладных программных продуктов от их разработчиков: чем лучше отчуждаемость, тем более живучей является система. Используют стандартизованные языковые среды.

УЭВМ, как правило, взаимодействует с АРМ (SCADA-системы) и СУБД реального времени, которые отличаются от традиционных СУБД. В последних – непредсказуемое время реакции на воздействия.

Признаки открытой магистрально-модульные системы

- требования по реализации работы в реальном масштабе времени;
- открытая модульная архитектура;
- стандартизация всех видов программного обеспечения;
- совместимость с протоколами и интерфейсами вычислительных сетей общего назначения и промышленных сетей;
- развитый стандартный инструментарий;
- распределенность и мультипроцессорность.

Открытая система – это система, построенная по магистрально-модульному принципу на основе совместимых унифицированных компонентов, не имеющих логических ограничений по наращиванию, сопровождаемая исчерпывающей информацией по всем видам обеспечения и отвечающая требованиям работы в реальном масштабе времени.

Магистрально-модульный принцип построения включает в себя:

- замену аппаратных компонентов без выключения системы («hot swapping», горячая замена);

- распределенность построения, большое количество и разнообразие подключаемых периферийных устройств (ПУ), следовательно большое количество каналов прерываний. Например, в ПК 15 IRQ, свободных для подключения ПУ, как правило, 5. Чтобы подключить и обслужить большее количество ПУ, не поможет увеличение процессорной мощности и емкости винчестера. Это пример логического ограничения по наращиванию.
- необходимость стандартизации аппаратного и программного обеспечения. Бывают различные группы стандартов: корпоративные (Siemens, Bosh), национальные (ANSI, ГОСТ), международные (ISO, IEC). Чем выше ранг стандарта, тем более открытой является система. К примеру, в универсальных ПК открытость частичная, в результате – ограниченная по развитию система. Стандарты OMMC распространяются как на конструктив, так и на ПО (POSIX).

Основные группы открытых стандартов и протоколов OMMC:

- 1) на магистрали: IEC 821, IEEE 1014, SPI, Profibus, CANbus, LONWorks, Interbus, DIN (Германия), EN (Европейский);
- 2) на конструктивы: «Евромеханика», IEC 297.3, IEEE 1101, IEC 603.2; по степени защиты от внешних воздействий IEC 60529, EN 60529;
- 3) на операционные системы реального времени: ISO 9945, IEEE 1130, POSIX 1003.4;
- 4) на инструментальные средства программирования прикладных задач: IEC 61131.3

Таким образом, архитектура современных информационных систем технологических процессов должна удовлетворять требованиям:

- открытости;
- стандартности;
- модульности;
- распределенности.

2.4. ИТ передачи данных (сетевые технологии)

Современное металлургическое производство требует высоких скоростей обработки информации, удобных форм ее хранения и передачи. Управление крупными предприятиями, к которым относятся в первую очередь металлургические заводы, невозможно без создания единого информационного пространства внутри предприятия с целью обмена потоками данных, т.е. функционирования локальных и региональных компьютерных сетей. Так, ОАО ММК, является одним из самых больших металлургических предприятий, имеющим сотни цехов, занимающим большую территорию, имеющим много удаленных объектов, объединенных, однако, единой технологической цепочкой. Удаленность некоторых объектов от центрального комплекса комбината достигает 20 км, а расстояние между отдельными цехами и производствами – 50 км. Необходимость поставок сырья, топлива, интеграции в мировое разделение труда сегодня возможно только при наличии компьютерных сетей не только внутри предприятия, но и выхода их в региональные и глобальные компьютерные сети.

Таким образом, единое информационное пространство металлургического предприятия возможно только при наличии ряда независимых друг от друга локальных сетей (как правило, в пределах цеха), а также при обеспечении их интеграционного взаимодействия

друг с другом, т.е. функционирования региональной корпоративной сети (в пределах металлургического завода) и выхода последней в глобальную сеть.

Сегодняшний уровень развития науки и техники позволяет при помощи компьютерных сетей из любой точки мира за несколько секунд связаться с любым объектом металлургического завода и зафиксировать его технико-экономические показатели. Для этого не существует принципиальных технических проблем. Сегодня на планете уже имеются сотни миллионов пользователей Internet. Доставка информационных услуг посредством телекоммуникаций занимает сегодня значительную часть мирового рынка. Поэтому одной из разновидностей постиндустриального общества, по мнению многих аналитиков, становится так называемое «информационное общество» (Information Society, IS). Иногда к этому названию добавляют еще слово «глобальное» (Global). Ясные и логические цели глобальной информатизации, будучи достигнутыми, несомненно обещают основательно изменить повседневную жизнь каждого человека, да и общества в целом.

Очевидно, что сегодня информационные сетевые технологии в металлургии – одно из самых важнейших, бурно развивающихся направлений информационных технологий, поэтому они также будут предметом нашего дальнейшего рассмотрения.

2.5. ИТ хранения данных. Системы управления базами данных.

Известно, что компьютеры изначально были созданы для удовлетворения нужд крупных учреждений при реализации большого объема вычислений, для которых существенными являлись точность и время вычислений. Как правило, вычисления представляют собой длинные цепочки итераций и требуют сохранения высокой точности (примерами таких вычислений могут служить решение дифференциальных уравнений, операции с матрицами и векторами, решение задач математического программирования и т.п.). Такие операции характерны для **числовой обработки**. Становление этого направления способствовало развитию математического моделирования технологических процессов в металлургии, идентификации методов численного решения сложных математических задач, развитию языков программирования и т.п. Эти возможности компьютеров и сегодня широко используются, в частности, при математическом моделировании технологических процессов.

Однако по мере распространения компьютеров и их совершенствования (главным образом, запоминающих устройств, сохраняющих информацию после выключения электрического питания) возникли другие области их применения. Так возникло другое направление использования средств вычислительной техники, которое предполагает отсутствие большого объема вычислений и их высокой точности. Обычно достаточно одно сложение или умножение. Однако объем хранимых данных велик. Кроме того, необходимо предварительно найти требуемую запись, обработать ее и определить форму вывода обработанных данных. Для этого требуются такие операции, как поиск и сортировка. Весь этот процесс характеризует **нечисловую обработку** данных, а средства вычислительной техники используются для построения информационных систем.

В этом случае информационная система – это программно-аппаратный комплекс, функциями которого являются:

- надежное хранение информации в электронном виде;
- предоставление доступа к информации пользователям системы;
- выполнение функций по преобразованию информации, специфичных для данного приложения;

- предоставление удобного интерфейса для конечных пользователей.

Таким образом, хотя первоначально компьютеры предназначались главным образом для выполнения сложных математических расчетов (в первую очередь для расчетов, связанных с созданием ядерного оружия и ракетной техники), в настоящее время доминирующим является второе направление. Такое перераспределение основных функций, выполняемых вычислительной техникой, вполне понятно — гражданская сфера гораздо более распространена, чем военные и научные вычисления, а снижение стоимости компьютеров сделало их доступными для совсем небольших предприятий и даже частных лиц. Напомним, что оперативная память компьютера хранит данные только в пределах одного сеанса работы пользователя и при выключении стирается. Этот вид памяти отличает высокое быстродействие, высокая стоимость и, как следствие, — ограниченный объем. Внешняя память — более медленное, но более дешевое устройство хранения информации. Как правило, по объему оно во много раз превосходит оперативную память. В современных условиях оба вида памяти стремительно дешевеют, причем темпы удешевления оперативной памяти значительно выше, что оказывает существенное влияние на развитие информационных систем в частности.

Характеристики информационных систем:

- имеют дело с большими (огромными) объемами информации, которые во много раз превышают объем оперативной памяти, вся информация расположена на устройствах внешней памяти;
- работают, как правило, в многопользовательском режиме;
- работают, как правило, в реальном времени. Часто относятся к классу mission-critical applications, то есть приложений, нестабильность работы которых ведет к серьезным убыткам;
- развиваются, как правило, постепенно, а не сразу целиком, что повышает ответственность проектировщика и разработчика;
- обеспечивают «среднее» время ответа для всех пользователей, причем время ответа существенно не увеличивается при росте числа одновременно работающих пользователей.

Сложность информационных систем — не в отдельных частях (алгоритмах обработки данных), а в том, что они велики сами по себе, то есть широки по номенклатуре обрабатываемой информации, сложны по структуре аппаратной платформы и программного обеспечения, а также часто территориально распределены. Все это требует особенной тщательности при планировании, проектировании и реализации. Ошибки на начальных стадиях создания информационной системы особенно дороги.

Действительно, современные информационные системы на крупнейших металлургических предприятиях характеризуются огромными объемами хранимых данных (включающих сотни тысяч, миллионы и даже миллиарды отдельных записей), сложной организацией, необходимостью удовлетворять разнообразные требования многочисленных пользователей. Для решения этих задач в современных информационных системах используются базы и банки данных. В дальнейшем дадим этому понятию более строгое определение, а пока лишь отметим, что база данных — это совокупность сведений об объектах в какой-либо предметной области. Создавая базу данных, пользователь стремится упорядочить информацию по различным критериям, хранить ее и быстро извлекать по определенным признакам. Сделать это возможно, только если данные структурированы, т.е. введено соглашение о способах представления данных.

Как мы увидим в дальнейшем, современный подход к организации данных предполагает использование концепции централизованного управления данными. Создание базы

данных, ее поддержка и обеспечение доступа пользователей к ней осуществляется с помощью специального программного инструментария – системы управления базами данных (СУБД). СУБД – это комплекс программных средств, необходимых для создания баз данных, поддержки их в требуемом состоянии и организации поиска в них необходимой информации.

В дальнейшем мы рассмотрим методы моделирования данных, основы организации, проектирования и использования баз данных информационных систем в металлургии. А пока лишь отметим, что к основным задачам, которые решаются СУБД, относятся:

- хранение информации;
- контроль и защита информации;
- просмотр и поиск нужной информации;
- выборка необходимых данных;
- ввод и редактирование информации;
- формирование отчетов.

2.6. ИТ обработки текстовой информации

Обработка текстовой информации различного типа и назначения составляет одну из наиболее массовых групп задач на ЭВМ. Пакеты данной группы, называемые **текстовыми процессорами**, являются одними из наиболее часто используемых на ПК и позволяют проводить набор основных процедур работы с текстовой информацией, в частности:

- создание и корректировку текстовых документов;
- орфографический, грамматический и стилистический контроль введенного текста;
- компоновку текстовой и графической информации;
- предварительный просмотр и распечатку документов и т.д.

Для операций ввода, вывода и сохранения данных текстовые процессоры используют системное программное обеспечение, как и все прикладные программы. Особенностью современных текстовых процессоров является то, что они позволяют не только вводить и редактировать текст, но *форматировать* его, то есть оформлять. Соответственно, к основным средствам текстовых процессоров относятся средства обеспечения взаимодействия текста, графики, таблиц, звука, видеоизображений и других объектов, составляющих итоговый документ, а к дополнительным – средства автоматизации процесса форматирования, например, автоматическую коррекцию наиболее часто встречающихся ошибок, использование стилей, автоматическое создание указателей и оглавления документа.

Современный стиль работы с документами подразумевает два альтернативных подхода – работу с бумажными документами и работу с электронными документами по безбумажной технологии). Поэтому, говоря о форматировании документов средствами текстовых процессоров, надо иметь в виду два принципиально разных направления – форматирование документов, предназначенных для печати, и форматирование электронных документов, предназначенных для отображения на экране. Приемы и методы в этих случаях существенно различаются. Соответственно, различаются и текстовые процессоры, хотя многие из них успешно сочетают оба подхода.

Среди пакетов этой группы можно выделить три подгруппы:

- общего назначения (например, **Microsoft Word**, **Лексикон**

- специального назначения (например, система электронного документооборота «Дела в порядке» («Русский офис»); «Ефрат 99» (Cognitive) – мощный электронный архив, поддерживающий архив в 50 тыс. документов; программы для перевода текстов Prompt 98/2000 («Промт») и Сократ («Арсеналь»); программы для распознавания текстов FineReader (ABBYY Software) и CuneiForm (фирма Cognitive);
- издательские системы (например, Adobe PageMaker, Microsoft Publisher 2000, Quark XPress).

2.7. Графические пакеты

Предназначены для обработки различного рода и назначения графической и иной изобразительной информации (рисование, создание и использование библиотек рисунков различного назначения, черчение в двух и трех измерениях, создание иллюстраций и т.д.). Все графические пакеты можно условно разделить на следующие категории: растровые редакторы, векторные редакторы и программные средства для создания и обработки трехмерной графики (3D-редакторы).

Растровые редакторы применяют в тех случаях, когда графический объект представлен в виде комбинации точек, образующих растр и обладающих свойствами яркости и цвета. Такой подход эффективен в тех случаях, когда графическое изображение имеет много полутонов и информация о цвете элементов, составляющих объект, важнее, чем информация об их форме. Это характерно для фотографических и полиграфических изображений. Растровые редакторы широко применяются для обработки изображений, их ретуширования, создания фотоэффектов и художественных композиций (коллажей).

Возможности создания новых изображений средствами растровых редакторов ограничены и не всегда удобны. В большинстве случаев художники предпочитают пользоваться традиционными инструментами, после чего вводить рисунок в компьютер с помощью специальных аппаратных средств (сканеров) и завершать работу с помощью растрового редактора путем применения спецэффектов. Наиболее распространенной программой этого класса является Adobe Photoshop.

Векторные редакторы отличаются от растровых способом представления данных об изображении. Элементарным объектом векторного изображения является не точка, а линия. Такой подход характерен для чертежно-графических работ, в которых форма линий имеет большее значение, чем информация о цвете отдельных точек, составляющих ее. В векторных редакторах каждая линия рассматривается как математическая кривая третьего порядка и, соответственно, представляется не комбинацией точек, а математической формулой (в компьютере хранятся числовые коэффициенты этой формулы). Такое представление намного компактнее, чем растровое, соответственно данные занимают много меньше места, однако построение любого объекта выполняется не простым отображением точек на экране, а сопровождается непрерывным пересчетом параметров кривой в координаты экранного или печатного изображения. Соответственно, работа с векторной графикой требует более производительных вычислительных систем.

Из элементарных объектов (линий) создаются простейшие геометрические объекты (примитивы) из которых, в свою очередь, составляются законченные композиции. Художественная иллюстрация, выполненная средствами векторной графики, может содержать десятки тысяч простейших объектов, взаимодействующих друг с другом.

Векторные редакторы удобны для создания изображений, но практически не используются для обработки готовых рисунков. Они нашли широкое применение в рекламном бизнесе, их применяют для оформления обложек полиграфических изданий и всюду, где

стиль художественной работы близок к чертежному. Лидером в этом классе является пакет CorelDRAW.

Редакторы трехмерной графики используют для создания трехмерных композиций. Они имеют две характерные особенности. Во-первых, они позволяют гибко управлять взаимодействием свойств поверхности изображаемых объектов со свойствами источников освещения и, во-вторых, позволяют создавать трехмерную анимацию. Поэтому редакторы трехмерной графики нередко называют также *3D-аниматорами*

Системы автоматизированного проектирования (САД-системы) предназначены для автоматизации проектно-конструкторских работ, аббревиатура САД (Computer Aided Design) говорит о принадлежности программы системам автоматического проектирования — САПР. Применяются в машиностроении, приборостроении, архитектуре. Кроме чертежно-графических работ эти системы позволяют проводить простейшие расчеты (например, расчеты прочности деталей) и выбор готовых конструктивных элементов из обширных баз данных.

Отличительная особенность САД-систем состоит в автоматическом обеспечении на всех этапах проектирования технических условий, норм и правил (например, ЕСКД), что освобождает конструктора (или архитектора) от работ нетворческого характера. Например, в машиностроении САД-системы способны на базе сборочного чертежа изделия автоматически выполнить рабочие чертежи деталей, подготовить необходимую технологическую документацию с указанием последовательности переходов механической обработки, назначить необходимые инструменты, станочные и контрольные приспособления, а также подготовить управляющие программы для станков с числовым программным управлением (ЧПУ), промышленных роботов и гибких автоматизированных линий.

Для автоматизации проектно-конструкторских работ фактически стандартом является пакет **AutoCAD**, представляющий собой мощную систему автоматизированного проектирования (САПР) для создания и редактирования сложных графических объектов, в первую очередь, промышленных чертежей. Русская программа САПР **«Компас»**.

2.8. Обработка информации табличного типа (электронные таблицы)

Электронная таблица – компьютерный эквивалент обычной двухмерной таблице, в клетках (ячейках) которой записаны данные различных типов: тексты, даты, формулы, числа и другая информация. Электронная таблица – одна из самых распространенных и мощных информационных технологий для профессиональной работы с данными. Для управления электронной таблицей созданы специальные программные продукты – табличные процессоры. Идея создания электронной таблицы возникла у студента Гарвардского университета (США) Дэна Бриклина в 1979 году. Выполняя скучные вычисления экономического характера с помощью бухгалтерской книги, он и его друг Боб Франкстон, который разбирался в программировании, разработали первую программу электронной таблицы, названную ими VisiCalc.

Электронные таблицы предоставляют комплексные средства для хранения различных типов данных и их обработки. В некоторой степени они аналогичны системам управления базами данных, но основной акцент смещен не на хранение массивов данных и обеспечение к ним доступа, а на преобразование данных, причем в соответствии с их внутренним содержанием.

В отличие от баз данных, которые обычно содержат широкий спектр типов данных (от числовых и текстовых до мультимедийных), для электронных таблиц характерна за-

вышенная сосредоточенность на числовых данных. Зато электронные таблицы предоставляют более широкий спектр методов для работы с данными числового типа.

Таким образом, ЭТ – это специальная модель структурирования, представления и обработки произвольной информации, тесно связанная и с текстовыми документами, и с базами данных.

Основное свойство электронных таблиц состоит в том, что при изменении содержания любых ячеек таблицы может происходить автоматическое изменение содержания во всех прочих ячейках, связанных с измененными соотношением, заданным математическими или логическими выражениями (формулами). Создавая ту или иную таблицу, пользователь выполняет одновременно функции постановщика задачи (алгоритмиста), программиста и конечного пользователя. Поэтому он может оперативно вносить любые изменения, связанные с модернизацией алгоритма расчета, переконфигуровкой таблицы и т.д. Простота и удобство работы с электронными таблицами снискали им широкое применение в сфере бухгалтерского учета, в качестве универсальных инструментов анализа финансовых, сырьевых и товарных рынков, доступных средств обработки результатов технических испытаний, то есть всюду, где необходимо автоматизировать регулярно повторяющиеся вычисления достаточно больших объемов числовых данных.

Среди средств данной группы в настоящее время безусловным лидером является пакет Microsoft Excel. Большинство электронных таблиц имеют средства создания графиков и диаграмм, средства их редактирования и включения их в нужное место. Кроме того, в них имеется большое число встроенных функций – математических, статистических, имеется возможность решать задачи условной и безусловной, дискретной и непрерывной оптимизации. Сервисные функции табличного процессора Excel позволяют проверять орфографию текста, осуществлять защиту данных от чтения или записи. Возможно создание диалоговых окон или обращение к динамическим библиотекам. Заметим, что в табличном процессоре Excel есть средство создания макросов – Visual Basic for Applications. Все табличные процессоры поддерживают формат базы данных и представляют удобные средства работы с ними.

2.9. Специальные математические пакеты

Ориентированы на достаточно массовое применение и обеспечивают решение задач в математике, технике, статистике и других областях. Потребность в математических расчетах по-прежнему велика в нашем обществе, идущем сквозь тернии к рыночной экономике. Одной из основных областей применения компьютеров и поныне являются математические и научно-технические расчеты. Само по себе появление компьютеров не упрощало математические расчеты, а лишь позволяло резко повысить скорость их выполнения и сложность решаемых задач. Пользователям компьютеров, прежде чем начинать такие расчеты, необходимо было изучить сами компьютеры, языки программирования и довольно сложные методы вычислений, применить и представить под свои цели программы для решения расчетных задач на языках программирования. Поневоле инженеру, физики, химику, металлургу и математику приходилось становиться программистом, порою довольно посредственным.

Необходимость в этом отпала лишь после появления интегрированных математических программных систем для научно-технических расчетов: **MatLAB** (MathWorks), **MathCAD** (MathSoft), **Maple** (Waterloo), **Mathematica** (Wolfram Research) и др. Большое число подобных разработок свидетельствует о значительном интересе к ним во всем мире и бурном развитии компьютерных математических систем.

Широкую известность и заслуженную популярность еще в середине 80-х годов приобрели интегрированные системы для автоматизации математических расчетов класса MathCAD, разработанные фирмой MathSoft (США). По сей день они остаются единственными математическими системами, в которых описание решения математических задач дается с помощью привычных математических формул и знаков. Такой же вид имеют и результаты вычислений. Так что системы MathCAD вполне оправдывают аббревиатуру CAD (Computer Aided Design), говорящую о принадлежности к наиболее сложным и продвинутым системам автоматического проектирования — САПР. Можно сказать, что MathCAD — своего рода САПР в математике.

MathCAD – математически ориентированная универсальная система. Помимо собственно вычислений она позволяет успешно решать задачи, которые с трудом поддаются популярным текстовым редакторам или электронным таблицам. С помощью нее можно не только качественно подготовить тексты статей, книг, диссертаций, научных отчетов, дипломных и курсовых проектов, но, кроме того, облегчает набор самых сложных математических формул и дает возможность представления результатов, в изысканном графическом виде. К средствам новых версий MathCAD относятся настройка под любой мало-мальски известный тип печатающего устройства, богатый набор шрифтов, возможность использования всех инструментов Windows, прекрасная графика и современный много-оконный интерфейс. Начиная с версии MathCAD 7.0 PRO включены эффективные средства цветового оформления документов, создания анимационных (движущихся) графиков и звукового сопровождения. Тут же текстовый, формульный и графический редакторы, объединенные с мощным вычислительным потенциалом. Предусмотрена и возможность объединения с другими мощными математическими и графическими системами для решения особо сложных задач. Отсюда и название таких систем — интегрированные системы.

Оставаясь по-прежнему мощной системой для численных расчетов, MathCAD начиная с версии 3. 0 приобрела возможности выполнения некоторых символьных операций, т. е. стала системой компьютерной алгебры. Для этого по лицензии фирмы Maple в систему MathCAD было введено несколько урезанное ядро символьных операций от системы Maple V. Число таких операций, доступных пользователю из меню, тщательно оптимизировалось и было ограничено тем разумным минимумом, который необходим массовому пользователю. Тем не менее символьные возможности систем расширялись от версии к версии; наиболее полно они представлены в версии MathCAD 7. 0 PRO.

Начиная с версии 4.0 система MathCAD стала 32-разрядной. Это означает, что для ее работы задействованы самые быстрые и эффективные команды современных микро-процессоров, прежде всего класса Pentium и Pentium Pro. В результате, несмотря на заметное увеличение математических возможностей и улучшение пользовательского интерфейса, скорость работы системы не только не уменьшилась, но и заметно возросла.

Основные преимущества работы в среде MathCAD:

1. Математические выражения записываются в их общепринятой нотации: числитель находится сверху, а знаменатель – внизу; в интеграле пределы интегрирования также расположены на своих привычных местах. Принцип, положенный в основу пользовательского интерфейса – «программа должна быть понятной не только для компьютера, но и для человека».
2. В среде MathCAD процесс создания «программы» идет параллельно с ее отладкой. Пользователь, введя в MathCAD-документ новое выражение, может не только сразу подсчитать, чему оно равно при определенных значениях переменных, но и построить график или поверхность, чтобы сразу определить, где кроется ошибка.

3. В пакет MathCAD встроен (интегрирован) мощный математический аппарат, позволяющий решать возникающие задачи без вызова внешних процедур. К такого рода задачам относятся, например, следующие:
 - решение алгебраических уравнений и систем (линейных и нелинейных);
 - решение обыкновенных дифференциальных уравнений и систем (задача Коши и краевая задача);
 - решение дифференциальных уравнений в частных производных;
 - статистическая обработка данных (сглаживание, интерполяция, экстраполяция, аппроксимация и др.);
 - работа с векторами и матрицами (линейная алгебра и др.);
 - поиск минимумов и максимумов функциональных зависимостей (решение оптимизационных задач).
4. Пакет MathCAD дополнен электронным справочником по основным математическим и физико-химическим формулам и константам, которые можно автоматически переносить в документ без опасения внести в них искажения. Кроме того, существует ряд электронных учебников по различным дисциплинам: решение обыкновенных дифференциальных уравнений, статистика, термодинамика, теория управления, сопротивление материалов и т.д. Прежде чем решать возникшую проблему, пользователь может изучить электронный учебник и перенести из него в свой документ нужные фрагменты, отдельные формулы и константы.
5. Решая поставленную задачу, пользователь может вводить не только числовые значения переменных, но и дополнять их размерностями. При этом он может выбрать и систему единиц (СИ, кг-м-с, г-см-с, британская), и конкретные размерности (мм, дюймы, футы и т.д.). Система MathCAD в них сама разберется и выдаст ответ с заданной пользователем размерностью.
6. Система MathCAD оборудована средствами анимации, что позволяет реализовать созданные модели не только в статике (числа, таблицы, графики), но и в динамике (анимационные клипы).
7. В систему MathCAD интегрированы средства символьной математики, что позволяет решать поставленные задачи не только численно, но и аналитически.

Заметим, что математические пакеты – ценный инструмент, но лишь в квалифицированных руках и он не избавляет, а наоборот усиливает необходимость изучения математики. Действительно, освоение математических пакетов может создать у пользователя иллюзию освоения самой математики. Однако следует помнить, что инструмент не заменяет компетентность. Никакие красочные меню не освобождают пользователя от понимания сути математических методов, реализованных в таких пакетах. Это своего рода искусственный интеллект, который только в умелых руках пользователя, обладающего естественным интеллектом, может принести существенную пользу.

2.10. Модельные системы поддержки принятия решений

Модельные системы поддержки принятия решений и соответствующие им информационные технологии появились в основном в 70-80-е годы, чему способствовали развитие теории моделирования, математики, в особенности численных методов решения, широкое распространение персональных компьютеров, стандартных пакетов программ.

Модельные системы поддержки принятия решений представляют собой вид компьютерных информационных систем, помогающих лицу, принимающему решение (ЛПР), в принятии решений при наличии плохо структурированных задач посредством прямого диалога с компьютером с использованием данных и математических моделей.

Задачи считаются хорошо структурированными, если лицу, принимающему решение, известны все их элементы и взаимосвязи между ними. Обычно при таком высоком уровне понимания задачи удается выразить ее содержание в форме математических моделей, имеющих точный алгоритм решения. Эти задачи носят повторяющийся, рутинный характер. Целью использования информационных систем для решения структурированных задач является практически полная автоматизация их решения. Решение хорошо структурированных задач по жестким, раз и навсегда созданным алгоритмам, производится компьютером и, в принципе, не требует участия технолога (ЛПР).

Задачи, по которым ЛПР не удается выделить отдельные элементы и установить связи между ними, называются неструктурированными. Для решения неструктурированных проблем компьютер оказывается бесполезным, здесь основная работа остается за технологом (человеком). В практике управления технологическими процессами имеется сравнительно немного полностью структурированных или совершенно неструктурированных задач. О большинстве же задач можно сказать, что ЛПР имеет о них неполное представление, зная лишь часть их элементов и связей между ними. Такие задачи называются плохо структурированными. Именно такие задачи чаще всего и встречаются в металлургии при управлении технологическими процессами, качеством продукции и т.п. Решение плохо структурированных задач требует использования компьютера совместно с усилиями человека (производственного персонала, лица, принимающего решение). При этом информационные системы могут оказывать лицу, принимающему решение, три вида поддержки: информационную, модельную и экспертную, это и отражено на рис. 2.1.

Главной особенностью модельных систем поддержки принятия решений является качественно новый метод организации взаимодействия человека и компьютера. Выработка решения, что является основной целью этой технологии, происходит в результате итерационного процесса (**рис. 2.10**), в котором участвуют:

система поддержки принятия решений в роли вычислительного звена и объекта;

человек как управляющее звено, задающее входные данные и оценивающее полученный результат вычислений на компьютере.

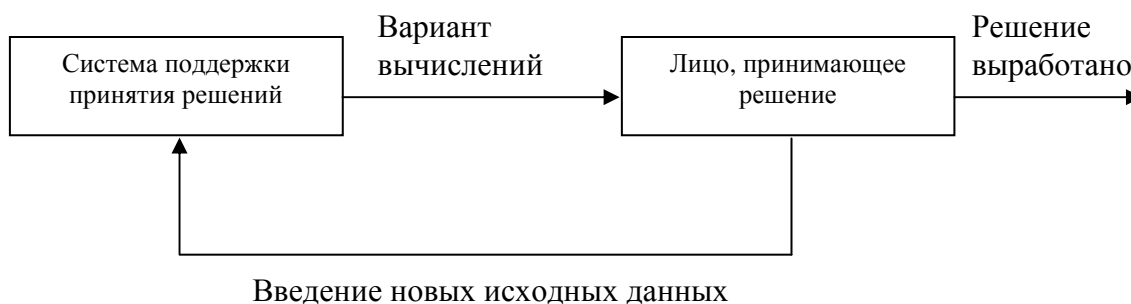


Рис. 2.10. Технология модельной системы поддержки принятия решений как итерационный процесс

Окончание итерационного процесса происходит по воле человека (оператора, технолога, лица, принимающего решение).

Рассмотрим в самом общем виде структуру модельной системы поддержки принятия решений. В состав модельной системы поддержки принятия решений входят три главных компонента (рис. 2.11):

- база данных;
- база моделей;
- система управления интерфейсом между пользователем и компьютером.

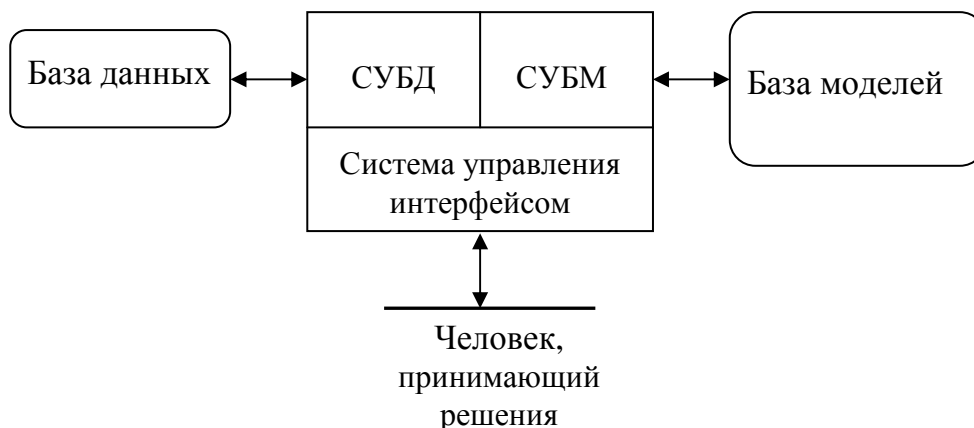


Рис. 2.11. Основные компоненты модельной системы поддержки принятия решений

База данных в модельной системе поддержки принятия решений играет важную роль, поскольку данные могут использоваться непосредственно пользователем для расчетов при помощи математических моделей.

База моделей (комплекс различных моделей) используется для описания и оптимизации процесса. Без моделей осуществлять процессы в информационных системах можно только методом проб и ошибок (дерганья металлургических систем), что, конечно же, неприемлемо в современной металлургии. Заметим, что комплекс математических моделей является основой модельной системы поддержки принятия решения. Пользователь имеет возможность получить недостающую ему информацию для принятия решения путем установления диалога с моделью, что облегчает выработку и оценку альтернатив решения.

Система управления базой моделей (СУБМ) должна обладать следующими возможностями: создавать новые модели или изменять существующие, поддерживать и обновлять параметры моделей (осуществлять идентификацию параметров), манипулировать моделями.

Система управления интерфейсом определяет язык пользователя, язык сообщений компьютера, организующий диалог на экране дисплея. Язык пользователя – это те действия, которые пользователь производит в отношении системы путем использования возможностей клавиатуры, мыши и т.п. Язык сообщений – это то, что пользователь видит на экране дисплея, данные, полученные на принтере, звук и т.п. В процессе диалога пользователь должен реализовать свои знания. Сюда относится не только план действий, находящийся в голове у пользователя, но и инструкции, справочные данные, выдаваемые компьютером по команде о помощи. Инструкции и справочные данные, выдаваемые системой по просьбе пользователя, обычно не стандартны, а специализированы с точки зрения сложившейся ситуации.

В дальнейшем мы рассмотрим методологию математического моделирования основных процессов в металлургии на примере доменного производства и дадим краткую характеристику программным средствам и решаемым задачам в рамках модельной системы поддержки принятия решений.

2.11. Информационная технология экспертных систем

Наибольший прогресс среди компьютерных информационных систем отмечен в области разработки экспертных систем, основанных на использовании искусственного интеллекта.

Термин “искусственный интеллект” впервые ввел Джон Маккарти, профессор Стэнфордского университета, автор многих ярких работ по программированию, он же провел и первую конференцию по искусственному интеллекту.

Интерес к теории искусственного интеллекта и его созданию во всем мире существенно возрос после того, как Япония объявила в 1979 г. о проекте создания ЭВМ пятого поколения, обладающих возможностью интеллектуального диалога с непрограммируемыми пользователями.

Под искусственным интеллектом обычно понимают способности компьютерных систем к таким действиям, которые назывались бы интеллектуальными, если бы исходили от человека. Чаще всего здесь имеются в виду способности, связанные с человеческим мышлением. Работы в области искусственного интеллекта не ограничиваются экспертными системами. Они включают в себя создание роботов, систем, моделирующих нервную систему человека, способность к обучению, распознавание образов и т.д. В металлургии получило наибольшее распространение важнейшее направление работ в области искусственного интеллекта – экспертные системы.

Главная идея использования технологии экспертных систем заключается в том, чтобы получить от эксперта его знания и, загрузив их в память компьютера, использовать всякий раз, когда в этом возникнет необходимость.

Традиционные знания существуют в двух видах – коллективный опыт и личный опыт.

Если большая часть знаний в предметной области представлена в виде коллективного опыта (например, теория тепломассопереноса), то эта предметная область не нуждается в экспертных системах (**рис. 2.12**).

Если в предметной области большая часть знаний является личным опытом специалистов высокого уровня – экспертов, если эти знания по каким-либо причинам слабо структурированы (например, технология задувки доменной печи), то такая предметная область, скорее всего, нуждается в экспертной системе (**рис. 2.13**).



Рис. 2.12. Предметная область, не пригодная для создания экспертных систем



Рис. 2.13. Предметная область, пригодная для создания экспертных систем

Являясь одним из основных приложений искусственного интеллекта, экспертные системы предназначены для моделирования или имитации поведения опытных специалистов-экспертов при решении задач по какому-либо узкому вопросу.

Таким образом, экспертные системы представляют собой компьютерные программы, трансформирующие опыт экспертов в какой-либо области знаний в форму эвристических правил. Заметим, что в экспертных системах мы имеем дело с использованием принципиально нового компонента информационных технологий – базы знаний, которая содержит факты, описывающие проблемную область, а также логическую взаимосвязь этих фактов. Напомним, что знания – выявленные закономерности предметной области (принципы, законы, связи), позволяющие решать задачи в этой области.

Заметим, что наряду с числовой обработкой данных (используемых в основном при математическом моделировании процессов), нечисловой обработкой данных (в системах управления базами данных) компьютеры применяются в новой области – для моделирования и хранения знаний. В последнем случае программно-технические средства используются для решения неформализованных задач, в которых формулировка не может быть формально определена в числовом виде, а определяется лишь в смысловом представлении на ограниченном естественном языке.

В самом общем виде обобщенная структура экспертной системы представлена на **рис.2.14**. На этом рисунке:

интерфейс пользователя – это комплекс программ, реализующий диалог пользователя с экспертной системой, как на стадии ввода, так и получения результатов;

интеллектуальный редактор базы знаний – программа, представляющая возможность эксперту создавать базу знаний в диалогом режиме.

Чем экспертные системы отличаются от модельных систем поддержки принятия решения? Экспертные системы и модельные системы поддержки принятия решения сходны в том смысле, что обе они обеспечивают высокий уровень поддержки принятия решений. Однако они имеют два существенных различия.

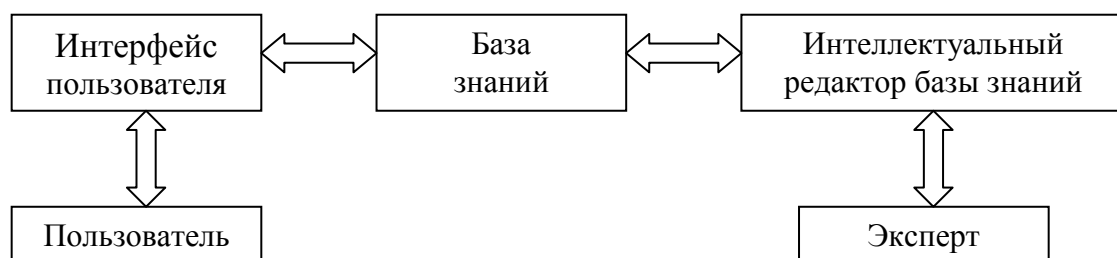


Рис. 2.14. К понятию экспертной системы

Первое отличие связано с тем, что решение проблемы в рамках модельных систем поддержки принятия решений отражает уровень ее понимания пользователем и его возможности получить и осмыслить решение. Экспертная система, наоборот, предлагает пользователю принять решение, превосходящее его возможности.

Второе отличие выражается в способности экспертной системы пояснять свои рассуждения в процессе получения решения. Очень часто эти пояснения оказываются более важными для пользователя, чем само решение.

В дальнейшем мы уточним структуру экспертных систем, рассмотрим некоторые модели знаний, дадим характеристику инструментальных средств построения экспертных систем, а также отразим первый опыт внедрения в металлургии экспертных систем в отечественных и зарубежных фирмах.