

1.1. СУЩНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ

Под *управлением* в самом общем виде будем понимать процесс формирования целенаправленного поведения системы посредством информационных воздействий, вырабатываемых человеком (группой людей) или устройством.

К задачам управления относятся целеполагание, стабилизация, выполнение программы, слежение и оптимизация.

Задача *целеполагания* - определение требуемого состояния или поведения системы.

Задача *стабилизации* - удержание системы в существующем состоянии в условиях возмущающих воздействий.

Задача *выполнения программы* - перевод системы в требуемое состояние в условиях, когда значения управляемых величин изменяются по известным детерминированным законам.

Задача *слежения* - удержание системы на заданной траектории (обеспечение требуемого поведения) в условиях, когда законы изменения управляемых величин неизвестны или изменяются.

Задача *оптимизации* - удержание или перевод системы в состояние с экстремальными значениями характеристик при заданных условиях и ограничениях.

Часто для обозначения управляющих воздействий используют понятие «руководство». Будем считать, что *руководство* - это управление чужой работой в организационных, социальных, экономических системах.

1.1.1. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ С УПРАВЛЕНИЕМ

Система с управлением включает три подсистемы (рис. 1.1): *управляющую систему (УС)*, *объект управления (ОУ) В* и *систему связи (СС)*.

Системы с управлением, или целенаправленные, называются кибернетическими. К ним относятся технические, биологические, организационные, социальные, экономические системы.

Управляющая система совместно с системой связи образует *систему управления (СУ) А*. Основным элементом организационно-технических СУ является *лицо, принимающее решение (ЛПР)* - индивидуум или группа индивидуумов, имеющих право принимать окончательные решения по выбору одного из нескольких управляющих воздействий. Система связи включает *канал прямой связи*, по которому передается входная информация - множество $\{x\}$, включающее командную информацию $\{u\} \subseteq \{x\}$, и *канал обратной связи*,

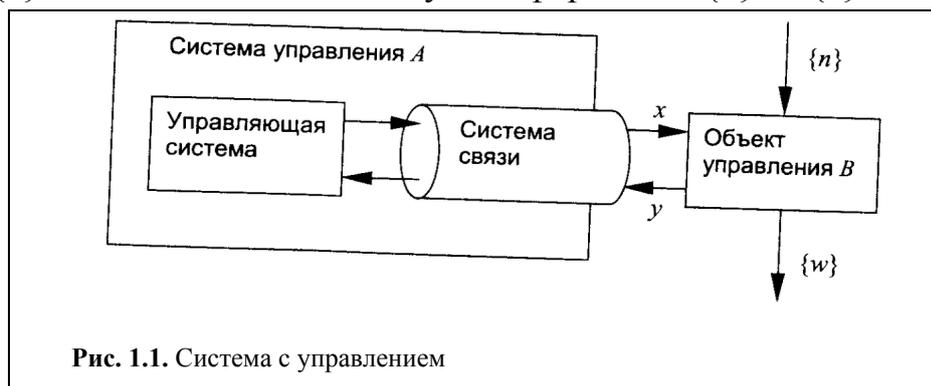


Рис. 1.1. Система с управлением

по которому передается информация о состоянии ОУ - множество выходной информации $\{y\}$.

Множества переменных $\{n\}$ и $\{w\}$ обозначают соответственно воздействие окружающей среды (различного рода помехи) и показатели, характеризующие качество и эффективность функционирования подсистемы B . Показатели качества и эффективности являются подмножеством информации о состоянии ОУ, $\{w\} \subseteq \{y\}$. Более того, в процессе анализа систем каждая характеристика y_i должна рассматриваться как потенциальная кандидатура на роль показателя. Поэтому для сохранения общности рассмотрения это подмножество характеристик без необходимости выделять отдельно не будем. Основными группами функций системы управления являются:

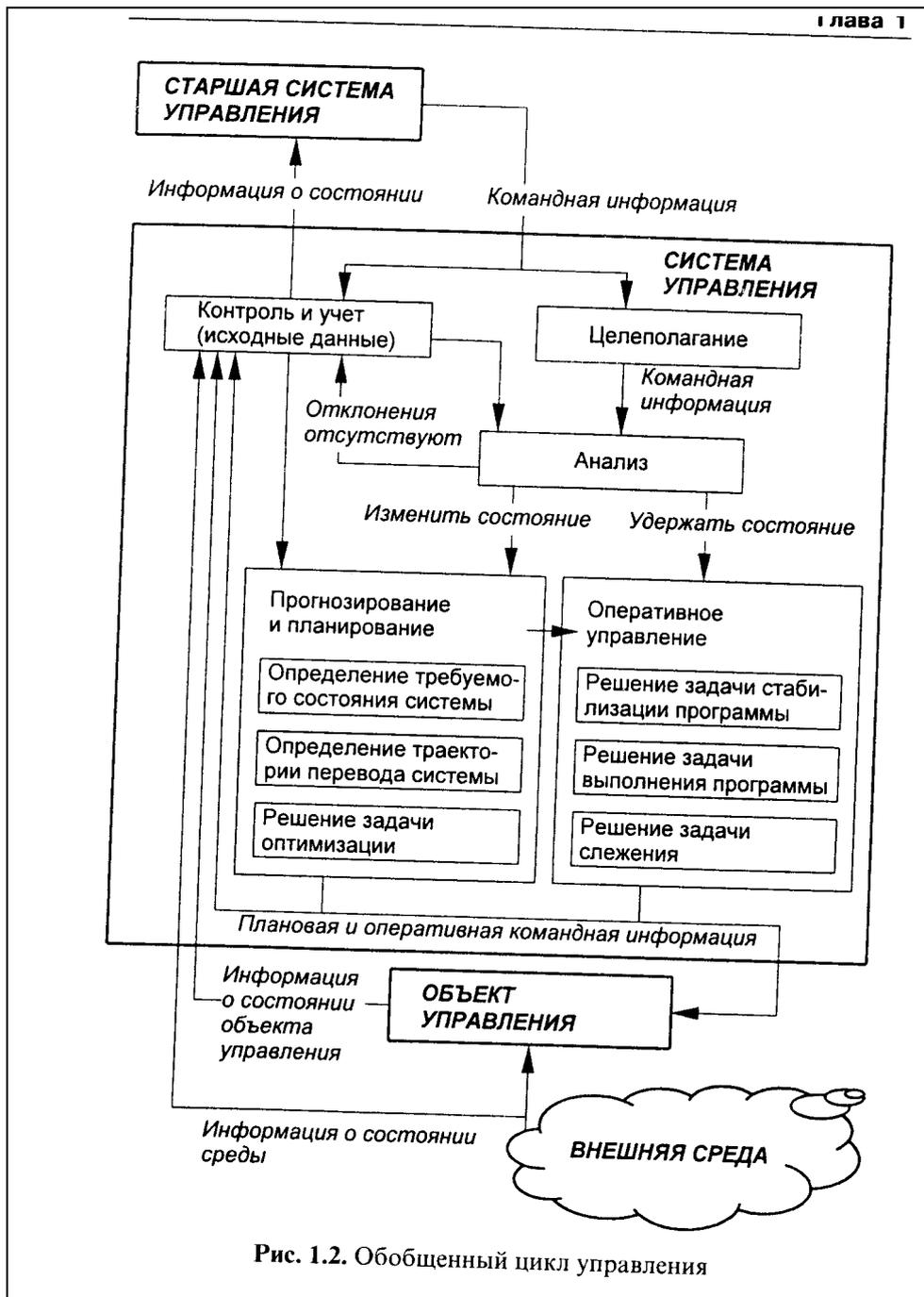
- функции принятия решений - функции преобразования содержания информации $\{f_c\}$;
- рутинные функции обработки информации $\{f_p\}$;
- функции обмена информацией $\{f_o\}$.

Функции принятия решений $\{f_c\}$ выражаются в создании новой информации в ходе анализа, планирования (прогнозирования) и оперативного управления (регулирования, координации действий). Это связано с преобразованием содержания информации о состоянии ОУ и внешней среды в управляющую информацию при решении логических задач и выполнении аналитических расчетов, проводимых ЛПР при порождении и выборе альтернатив. Эта группа функций является главной, поскольку обеспечивает выработку информационных воздействий по удержанию в существующем положении или при переводе системы в новое состояние. Без автоматизации этой функции ИС не может считаться полноценной.

Функции $\{f_p\}$ охватывают учет, контроль, хранение, поиск, отображение, тиражирование, преобразование формы информации и т.д. Эта группа функций преобразования информации не изменяет ее смысл, т.е. это рутинные функции, не связанные с содержательной обработкой информации.

Группа функций $\{f_o\}$ связана с доведением выработанных воздействий до ОУ и обменом информацией между ЛПР (ограничение доступа, получение (сбор), передача информации по управлению в текстовой, графической, табличной и иных формах по телефону, системам передачи данных и т.д.). Совокупность функций управления, выполняемых в системе при изменении среды, принято называть *циклом управления*. Выполняя цикл за циклом, система приближается к сформулированной цели. Одно из представлений цикла управления показано на рис. 1.2. При этом от объектов управления в СУ поступает информация о текущем состоянии дел. ЛПР контролируют ее истинность, учитывают и анализируют в целях выявления отклонений от требуемого состояния и определения необходимости изменения текущего состояния. По результатам анализа осуществляются выбор одной из основных задач управления и оперативно-техническое управление (регулирование), состоящее в координации действий ОУ - выработке решений по удержанию системы в требуемом состоянии, или решается задача целеполагания (проводится корректировка целей), после чего система переводится в новое состояние на основе прогнозирования и планирования. При необходимости направляется доклад в старший орган управления.

1.1.2. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ С УПРАВЛЕНИЕМ



Совершенствование систем с управлением сводится к сокращению длительности цикла управления и повышению качества управляющих воздействий (решений). Эти требования носят противоречивый характер. При заданной

производительности СУ сокращение длительности цикла управления приводит к необходимости уменьшения количества перерабатываемой информации, а следовательно, к снижению качества решений. Одновременное удовлетворение требований возможно лишь при условии, что будет повышена производительность УС и СС по передаче и переработке информации, причем повышение производительности обоих элементов должно быть согласованным. Это исходное положение для решения вопросов по совершенствованию управления.

Основными путями совершенствования систем с управлением являются:

1. Оптимизация численности управленческого персонала.
2. Использование новых способов организации работы СУ.
3. Применение новых методов решения управленческих задач.

4. Изменение структуры СУ.
5. Перераспределение функций и задач в УС.
6. Механизация управленческого труда.
7. Автоматизация. Рассмотрим каждый из путей.

1. Управляющая система - это прежде всего люди. Самый естественный путь, позволяющий поднять производительность, - увеличить число людей. Так и поступали длительное время. В результате численность управленческого персонала возрастала.

Количество информации, которую надо перерабатывать каждому человеку во многих современных системах, настолько возросло, что далеко выходит за пределы человеческих возможностей. Поэтому дальнейшее увеличение численности людей, занятых в управлении, уже не может привести к повышению его эффективности. С ростом числа должностных лиц в УС неизбежно дробление функций управления. До некоторых пор координация работы управленческого персонала была возможна путем прямых связей между исполнителями. Затем появляется необходимость в специальном аппарате, осуществляющем эту координацию. Возникают потоки информации внутри самой УС. На их обслуживание требуются новые люди. Эффективность управления не повышается, а даже падает. Безусловно, так обстоит дело в целом. В отдельных системах возможности этого пути совершенствования управления могут быть и не исчерпаны.

2. Организация работы управленческого персонала постоянно совершенствуется. Так, в органах управления используются методы параллельного сетевого планирования и управления с использованием компьютерных средств системного анализа, когда нижестоящие органы приступают к выработке решения на основе предварительных распоряжений, отданных ЛПР, не дожидаясь окончания планирования в вышестоящих органах управления. Освоение данного способа позволяет сократить время на разработку планов в несколько раз.

3. Путь применения новых методов решения управленческих задач носит несколько односторонний характер, так как в большинстве случаев направлен на получение более качественных решений и требует увеличения времени.

4. При усложнении ОУ, как правило, производится замена простой структуры УС на более сложную, чаще всего иерархического типа, при упрощении ОУ - наоборот. Изменением структуры считается и введение обратной связи в систему. В результате перехода к более сложной структуре функции управления распределяются между большим числом элементов УС и производительность СУ повышается.

Совершенствование структуры систем является довольно эффективным путем. Однако число возможных типовых структур для каждой конкретной системы сравнительно невелико, и к настоящему времени большинство сложных систем имеют такие структуры, изменение которых просто нецелесообразно.

5. Если подчиненные УС могут решать самостоятельно очень ограниченный круг задач, то, следовательно, центральный управляющий орган будет перегружен, и наоборот. Необходим оптимальный компромисс между централизацией и децентрализацией. Решить эту проблему раз и навсегда

невозможно, так как функции и задачи управления в системах непрерывно изменяются.

6. Поскольку информация всегда требует определенного материального носителя, на котором она фиксируется, хранится и передается, то, очевидно, необходимы физические действия по обеспечению информационного процесса в СУ. Использование различных средств механизации позволяет значительно повысить эффективность этой стороны управления. К средствам механизации относятся средства для выполнения вычислительных работ, передачи сигналов и команд, документирования информации и размножения документов. В частности, использование ПЭВМ в качестве пишущей машинки относится к механизации, а не к автоматизации управления.

7. Сущность автоматизации заключается в использовании ЭВМ для усиления интеллектуальных возможностей ЛПР. Все рассмотренные ранее пути ведут так или иначе к повышению производительности УС и СС, но, что принципиально, не повышают производительность умственного труда. В этом заключается их ограниченность.

1.1.3. ЦЕЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

До недавнего времени технические средства применялись человеком с тем, чтобы облегчить только физический труд. Это направление применения технических средств известно как *энергетическое*, а сам процесс создания и внедрения механизмов, обеспечивающих повышение эффективности физического труда человека, называется *механизацией*. По мере использования человеком все более мощных источников энергии и исполнительных устройств значение его собственной мускульной силы понижалось, а значение интеллектуального труда, содержанием которого является преобразование информации, возрастало. И подобно тому, как раньше возникло требование увеличить мускульную силу людей, так теперь ощущается необходимость в увеличении их интеллектуальной мощи.

Появление ЭВМ положило начало *кибернетическому* направлению применения технических средств для повышения эффективности труда. Автоматизация явилась закономерным, но не простым продолжением механизации. Если механизация охватывает процессы получения, передачи, преобразования и использования энергии, то автоматизация - процессы получения, передачи, преобразования и использования информации. Говоря образно, если орудия труда выступают продолжением человеческой руки, то ЭВМ - продолжение человеческого мозга.

При управлении ЛПР выполняет сложную последовательность функций из множеств $\{f_c\}$, $\{f_p\}$, $\{f_o\}$. Каждая из них может быть представлена рядом задач.

По степени творческих усилий это могут быть задачи, не связанные с творчеством, и задачи сугубо творческого труда. Вполне естественно, что необходимость, возможность и целесообразность их автоматизации будут тоже различными. Исходя из этого развитие автоматизации управления представляет собой последовательную передачу ряда управленческих функций от человека к техническим средствам и происходит поэтапно.

Первоначально автоматизация охватывала только управление техникой и оружием. Например, комплексы управления зенитным огнем, автопилоты, автоматические системы коммутации и ряд других устройств стали применяться еще в годы второй мировой войны и получили широкое распространение после ее окончания.

Управление подобными объектами характеризуется высокой быстротечностью процессов и в то же время их простотой. Относительно формального описания и выполнения техническими средствами данные процессы не представляют принципиальных трудностей. В системах управления оружием и техникой допустима самая высокая степень автоматизации, когда они могут функционировать без участия человека, не считая первоначальный запуск, профилактический контроль и ремонт. Такие системы управления называются *автоматическими*. С развитием вычислительной техники и методов математики автоматизация распространилась на управление объектами социальной природы. Системы управления этого типа принципиально не могут быть автоматическими. Объясняется это тем, что органической составной частью в них выступают ЛПР с их неформальным мышлением, чувствами и опытом. Они являются источниками первичной информации и потребителями результатов ее обработки. Такие системы управления называются *автоматизированными*. Автоматизированные системы управления (АСУ) являются одним из направлений применения информационных систем.

Совокупность средств информационной техники и людей, объединенных для достижения определенных целей, в том числе для управления, образует *информационную систему* (ИС).

В английском языке этому понятию соответствует термин Management information system (MIS) - управляющая информационная система.

Под **ИС** понимается организационно-техническая система, ! использующая информационные технологии в целях обучения, информационно-аналитического обеспечения научно-инженерных работ и процессов управления (computer-aided information system).

ИС могут быть территориально рассредоточенными, иерархическими как по функциональному признаку, так и по реализации техническими средствами. Обеспечение взаимодействия рассредоточенных систем осуществляется за счет создания распределенных информационно-вычислительных сетей (ИВС) коллективного пользования.

ИВС являются самостоятельными подсистемами в составе любых более сложных ИС, обеспечивающими передачу информации из одного места в другое (системы связи, телекоммуникационные системы) и от одного момента времени до другого (системы хранения информации).

Общей целью автоматизации управления является повышение эффективности использования возможностей объекта управления, которое обеспечивают следующие направления.

1. *Повышение оперативности управления.* Сокращение времени происходит в основном за счет таких процессов, как сбор, поиск, предварительная обработка и передача информации, засекречивание и рассекречивание информации, производство расчетов, решение логических

задач, а также оформление и размножение документов.

2. *Снижение трудозатрат ЛПП на выполнение вспомогательных процессов.* К ним относятся информационные и расчетные процессы, которые, имея вспомогательный характер, являются весьма трудоемкими. Относительное распределение трудозатрат между процессами примерно следующее: информационные процессы - 65-70%, расчеты - 20-25%, творческие процессы - 5-15%. В результате высвобождения от технической работы должностные лица могут сосредоточить основное внимание на творческих процессах управления.

3. *Повышение степени научной обоснованности принимаемых решений.*

Процесс принятия решения строится на основе анализа и прогноза развития ситуации с применением математического аппарата. При этом сохраняют свое значение традиционные методы обоснования решений, опирающиеся на опыт и интуицию. Следует отметить, что оптимальных решений не всегда удается достигнуть и в условиях автоматизированного управления, поэтому говорят о рациональных решениях.

Приводя к повышению эффективности, автоматизация далеко не всегда сопровождается уменьшением численности людей в СУ. Чаще всего происходит перераспределение личного состава внутри систем: сокращается численность должностных лиц, занятых непосредственно управлением, но увеличивается инженерный и технический персонал, обслуживающий технические средства. Основной эффект автоматизации достигается за счет своевременности и оптимальности принимаемых решений.

Таким образом, необходимость в автоматизированном управлении обусловлена резким усложнением процессов управления и носит объективный характер. Создание ИС позволяет повысить эффективность управленческой деятельности, а следовательно, и эффективность использования сил и средств в современных условиях. Будучи наиболее эффективным, этот путь совершенствования управления является вместе с тем и наиболее сложным.