

Глава 4. Информационная поддержка процесса принятия управленческих решений

4.1. Управление как информационный процесс

Общие понятия информации и информационного обмена

Любого типа упорядоченность возникает в результате какого-то воздействия окружающей среды на систему. Система, приспосабливаясь к изменяющимся условиям, накапливает полезную для себя информацию, повышает уровень своей организации. По существу, вся содержащаяся в системе структурная информация вводится окружающей средой, и ее изменение (саморазвитие) обусловлено в основном длительным влиянием среды.

Таким образом, структуру можно рассматривать как связанную, внутреннюю информацию, которая возникает во втором контуре управления (рис. 1.1) в результате циркуляции оперативной информации.

Для представления управления в виде информационного процесса рассмотрим основные объекты процесса управления: информация, информационные процессы и технологии, на базе которых и создаются информационные системы.

Основным объектом, основной категорией процесса управления является *информация*. Хотя информация является общенаучной (философской) категорией, строгого понятия этого феномена нет. Понятие «информация», условно распределяется на следующие 4-е группы, которые опираются на:

- содержательное понимание;
- формализованные модели: мера разнообразия;
- теорию познания и отражения;
- учет связи информации со свойствами материи.

Сущность информации описывается в рамках двух концепций: атрибутивной и функциональной и содержится в ответе на вопрос о наличии информации в неживой природе.

Первая концепция рассматривает информацию как атрибут, присущий всем уровням материи, в то время как вторая концепция связывает информацию только с самоуправляемыми и самоорганизующимися системами.

Информационный процесс - это реализация определенного информационного взаимодействия. *Взаимодействие* - фундаментальная категория, отражающая процессы воздействия различных объектов друг на друга.

Основными особенностями информационного взаимодействия являются следующие: информация выступает в качестве объекта; взаимодействие осуществляется с помощью очень слабых сигналов; операции осуществляются со смыслами, образами, эмоциями; наличие памяти (интеллекта) у взаимодействующих объектов.

Академик Н.А. Кузнецов определяет информационное взаимодействие, как взаимодействие объектов, приводящее к изменению знаний хотя бы одного из них. Для описания этого взаимодействия он вводит в рассмотрение шесть уровней (аспектов) представления и обработки информации: физический; сигнальный; лингвистический; семантический; коллективного поведения; воспроизводства и эволюции.

Информационные технологии - это последовательность действий по преобразованию информационных ресурсов в информационные продукты. Различают инфраструктурные технологии, технологии работы с данными, технологии совместной работы, технологии бизнес-приложений, интернет-технологии и другие.

Информационные технологии реализуются в *информационных системах*, которые можно описать [49] функциональной структурой и с помощью информационного, технического (hardware), алгоритмического (brainware), программного (software), организационного (orgware) обеспечений.

Уровни информативности процесса управления.

Информационное взаимодействие между системами осуществляется посредством символов, знаков или звуков. С их помощью одна система воздействует на другую. Наука о знаках и знаковых системах в природе и обществе называется *семиотика* [40]. Она рассматривает различные аспекты информационного взаимодействия систем и состоит из трех частей: синтактики, семантики и прагматики.

Синтактика изучает структуру знаков и отношений между ними с точки зрения синтаксиса, безотносительно к тому, что они отражают и как воспринимаются адресатом. Синтаксический анализ - обработка текста на естественном языке, которая имеет целью получение синтаксического представления этого текста, в частности, его синтаксической структуры.

Семантика изучает отношения между знаками и обозначаемыми ими объектами, не касаясь получателя знаков. Она изучает общие закономерности построения любых знаковых систем, рассматриваемых в синтактике. Различают семантику логическую и структурную. Логическая семантика рассматривает знаковые системы как средства выражения смысла, установление зависимости между структурой знаковосочетаний и их выразительными возможностями. Структурная

семантика - раздел структурной лингвистики, посвященный описанию смысла языковых выражений и операций над ним.

Семантический анализ - совокупность операций, служащих для представления смысла текста на естественном языке в виде записи на некотором формализованном семантическом (смысловом) языке. Семантический анализ моделирует процесс понимания текста человеком.

Прагматика изучает восприятие осмысленных выражений знаковой системы в соответствии с разрешающими способностями воспринимающего. Теоретическая прагматика рассматривает некоторые гипотезы о свойствах и строении интеллекта, которые формулируются на основе данных нейрофизиологии, экспериментальной психологии, бионики, теории перцептронов и т.д. Прикладная прагматика включает в себя исследования, посвященные эмпирическому анализу понимания людьми различных языковых выражений, изучению ритмики и стихосложения, а также разработке информационно-поисковых систем.

Таким образом, выделяются три уровня рассмотрения любого информационного сообщения, три уровня абстрагирования от особенностей конкретных актов обмена информацией. На *прагматическом* уровне, с целью выявить полезность информации, рассматривают все элементы информационного обмена. На *семантическом* уровне, отвлекаясь от получателя информации, конечной целью изучения является смысловое значение сообщения, его адекватность описываемым объектам. Наиболее узким является *синтаксический* уровень - уровень изучения только самих знаков и соотношений между ними.

4.2. Информационные технологии управленческих решений

Развитие информационных технологий. Рассматривая пути становления и развития технологий управления, следует отметить, что базой управления являются информационные технологии, поэтому история управления тесно связана с историей становления информационных технологий. Долгое время основными инструментами подготовки информации для принятия решений была память человека, а устройствами ввода/вывода выступали только его язык и слух.

Первая информационная революция наступила после изобретения письменности и книгопечатания, которые создали принципиально новые информационные технологии накопления информации, усиливающие память человека. Поскольку в эпоху книгопечатания основным носителем информации является бумага, то такие информационные технологии называют бумажными технологиями.

Следует отметить, что с появлением бумаги модернизации подвергались лишь процессы хранения информации, а процессы обработки информации традиционно возлагались на человеческий мозг. Ситуация существенно изменилась с изобретением ЭВМ, (вторая информационная революция). Сначала ЭВМ использовалась для проведения отдельных расчетов, а затем – для автоматизации отдельных информационных процессов. К первым примерам таких систем относятся административные системы обработки данных, которые использовались для автоматизации банковских и бухгалтерских операций, резервирования авиабилетов и т.д. Решающим в таких системах было то, что все они использовали автоматизированные информационные банки. Информация в этих банках постоянно накапливалась и обновлялась в реальном масштабе времени.

Таким образом, информационные банки представляют собой динамическую информационную модель, описывающую деятельность конкретного предприятия. Создание и поддержание в актуальном состоянии информационных банков - первый шаг на пути внедрения безбумажных информационных технологий.

Дальнейшее развитие информационных технологий идет по пути объединения ЭВМ в вычислительные сети (третья информационная революция) с целью обмена информацией с удаленными ЭВМ. Необходимость такого пути продиктована бурным развитием научно-технического прогресса, который существенно усложняет процессы управления как экономикой страны, так и отдельным предприятием, и делает невозможным применение традиционных методов управления, основанных, как правило, на бумажной технологии. Это объясняется тем, что производительность человеческого мозга как аппарата переработки информации ограничена. Не решает проблему и группа людей, организованных для решения этих задач управления. Проблема возникает из-за появления узких мест в потоках информации, обусловленных низкой пропускной способностью человеческого мозга. Таким образом, решение этой проблемы требует частичного вывода человека из контура управления и замыкания процессов обработки информации на ЭВМ. В этом и состоит суть безбумажной технологии. Отметим, что внедрение безбумажной технологии выводит человека из контуров процессов рутинной обработки информации, оставляя за ним такие творческие процессы, как принятие решений.

Процесс развития информационных технологий, используемых для разработки управленческих решений, сопровождается созданием соответствующих им информационных систем. Первыми стали информационные системы, предназначенные для обработки данных (СОД). К таким системам относятся системы, реализующие контрольные

(учетные) функции, например, бухгалтерские и банковские системы. Дальнейшее развитие информационных технологий позволяет переместить акцент с автоматизации функций контроля (учета) на автоматизацию других функций управления. Сначала появляются, так называемые, информационные системы управления (ИСУ), которые автоматизируют операции по составлению управленческих отчетов. Затем появляются и *системы поддержки принятия решений* (СППР), которые облегчают решение слабо структурированных задач.

Дальнейшее развитие информационных систем, используемых для автоматизации процессов разработки управленческих решений, идет по пути моделирования процессов человеческого мышления, который получил название искусственный интеллект. Важнейшим приложением искусственного интеллекта стали *экспертные системы*, представляющие собой новый класс компьютерных информационных систем, основанных на обработке знаний. К современным информационным технологиям, которые получили широкое распространение, также относятся технологии, предназначенные для улучшения коммуникационных возможностей персонала организации в общении между собой. Эти технологии предназначены для замены традиционных бумажных технологий ведения документооборота на современные - электронные. Так как современные информационные технологии реализуются в системах автоматизации офиса, то последние еще называют *электронный офис*.

Технологию процесса управления представим в виде совокупности четырех основных функций: планирование, учет, анализ и регулирование (рис.4.1).

Планирование – процесс принятия решения, которое вырабатывается на основе целей, формулируемых вышестоящей организацией, и альтернатив, генерируемых на фазе «Анализ».

Учет – процесс получения объективной информации о складывающейся на объекте ситуации путем сбора фактических значений параметров и их *обработки* по заданным алгоритмам.

Анализ – процесс генерирования альтернатив на основании складывающейся на объекте ситуации и желаемых значений параметров, задаваемых ЛПР на фазе «Планирование», с одной стороны, и постановка диагноза и выявление причин отклонения движения системы от заданной траектории, с другой стороны.

Регулирование – процесс формирования и контроль исполнения заданий предприятию и его подразделениям для реализации выбранного на фазе «Планирование» решения.

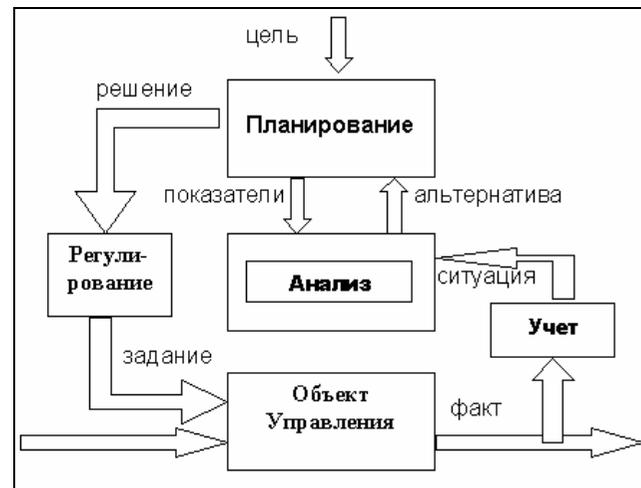


Рис.4.1. Структура процесса принятия решения

Решение – нахождение связи между *существующим* и желаемым состоянием.

Качество управления определяется заданным *критерием*, правилами принятия решения и используемой информацией.

Системы обработки данных предназначены, как правило, для решения задач *учета* и автоматизируют такие операции, как сбор, хранение, обработка, отображение и *регистрация* данных. Структура типовой системы обработки данных предприятия приведена на рис.4.2. Результаты работы такой системы представляются, как правило, в виде видеogramм и различных по форме отчетов. Классическим примером такой системы является электронная бухгалтерия. Основной функцией СОД является *сбор и обработка данных*, которые описывают работу фирмы в разные периоды времени. К обработке обычно относятся следующие операции:

Классификация. Упорядочивание первичных элементов данных, которые обычно имеют вид кодов, состоящих из одного или нескольких символов, и распределение их по классам.

Сортировка. Изменение последовательности записей.

Вычисления, включающие в себя арифметические и логические операции, выполняемые над элементами данных, и позволяющие извлекать дополнительную информацию.

Агрегирование. Уменьшение количества данных путем их укрупнения в виде итоговых или средних значений, либо в другом виде.

Хранение. Данные, описывающие операции, происходящие на предприятии или поступающие из его окружения, необходимо сохранять для их последующего использования. Для их хранения создаются специальные базы данных.

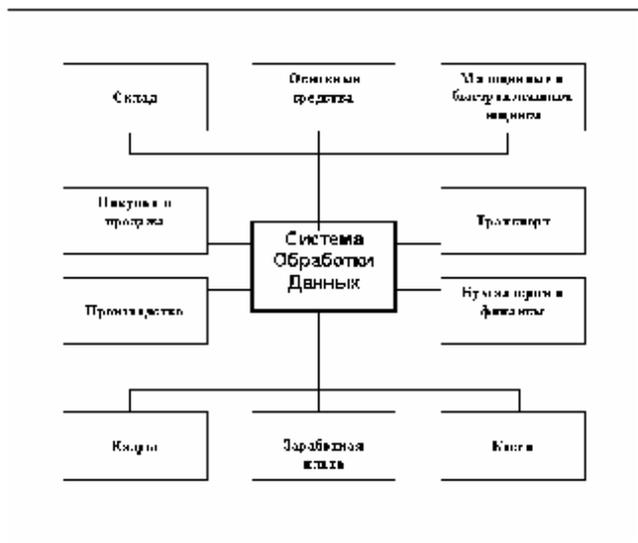


Рис. 4.2. Структура типовой Системы Обработки Данных

Отображение и регистрация данных происходит в СОД в форме документов и видеogramм, которые предоставляются руководству, работникам предприятия и внешним партнерам. Документы, как правило, создаются по запросу или по результатам проведенной фирмой операции. Они могут также формироваться по времени, например, в конце каждого месяца, квартала или года.

К отличительным особенностям СОД можно отнести следующие:

- выполнение задач, регламентированных законодательными актами (бухгалтерские системы);
- решение только хорошо структурированных задач, с заранее известным алгоритмом их решения;
- автоматизация рутинных расчетов с минимальным участием человека;
- использование подробных (хорошо детализированных) данных с акцентом на хронологию событий;

Таким образом, СОД предназначены для решения в хронологическом порядке хорошо структурированных задач путем обработки детализированных данных с использованием стандартных процедур. Основной целью СОД является автоматизация рутинных расчетов.

Информационные системы управления предназначены для автоматизации таких функций (рис.4.1), как: учет, регулирование и частично функции анализа. ИСУ используется при решении менее структурированных задач по сравнению с СОД. ИСУ включает СОД и осуществляет поиск и обработку информации, поступающей из СОД и внешнего окружения. ИСУ обеспечивает возможность работы в запросно-ответном режиме с помощью системы управления базами данных (СУБД). Результатом работы ИСУ является информация, которая представлена в виде, удобном для принятия решений менеджером. ИСУ не является полностью автоматической системой. Она предназначена для использования на любом уровне управления, где все решения принимает человек.

Система поддержки принятия решений представляет собой вид информационной системы, предназначенной для помощи менеджеру при решении плохо структурированных задач, возникающих в процессе принятия решений. Она предназначена для автоматизации таких функций (рис.4.1), как: учет, регулирование, анализ и частично функции планирования. Отличительными особенностями такой системы является: возможность сочетания традиционных методов решения с методами математического моделирования; высокая адаптивность используемых моделей и методов; наличие человеко-машинного интерфейса, ориентированного на непрофессионального пользователя.

Место СППР среди информационных систем можно определить, построив информационную модель предприятия, которая будет включать следующие три уровня: уровень обработки данных (СОД); уровень обработки информации (ИСУ); уровень принятия решений (СППР).

Таким образом, СППР включает в себя СОД и ИСУ, предназначена для решения плохо структурированных задач, имеет развитый человеко-машинный интерфейс и строится на основе экспертных систем.

Экспертные системы представляют собой раздел искусственного интеллекта и используются в СППР для повышения производительности и качества принимаемых решений. Экспертная система в СППР реализует следующие функции: распознавание сложившейся ситуации, ее анализ, постановку диагноза и формулирование ближайших целей для возвращения на желаемую траекторию развития предприятия; построение путей достижения сформулированных целей с учетом

резервов предприятия; пополнение Базы Знаний; обеспечение дружественного интерфейса.

Экспертные системы (ЭС), используемые для поддержки процессов принятия решений, состоят из блоков, представленных на рис.4.3, и включают: базы знаний и данных; блок логических выводов; блок объяснений; блок ввода и корректировки данных; блок приобретения знаний; блок проведения расчетов; пользовательский интерфейс.

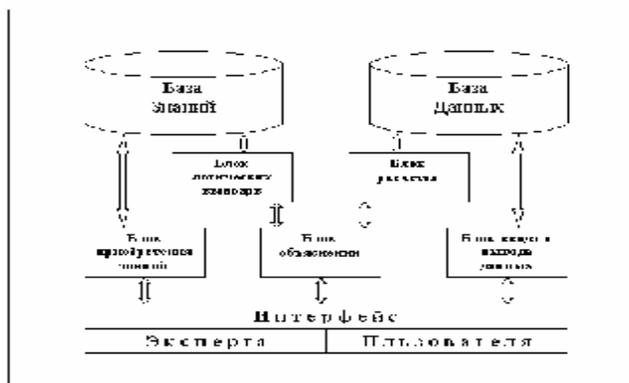


Рис.4.3. Структура экспертной системы поддержки принятия решения

Базы знаний строятся на основе моделей, с помощью которых отражают знания эксперта о предметной области, способы анализа поступающих фактов и методы вывода, т.е. порождения новых знаний на основе имеющихся и вновь поступивших. Наиболее распространенными являются следующие виды моделей: логические, продукционные, фреймовые и семантические сети.

Логические модели базируются на представлении знаний и системе логики предикатов первого порядка. Вывод новых знаний осуществляется на основании силлогизмов. Правила формальной логики постепенно расширяются, приближаясь к "человеческой" логике. Последняя характеризуется нечеткостью. В связи с этим появляются модальная, многозначная, немонотонная, псевдофизическая и другие виды логики.

Продукционные модели представляют знания в форме предикатов первого порядка, а правила манипулирования ими - с помощью конструкций "ЕСЛИ - ТО".

Фреймовое представление знаний отражает систематизированную в виде единой теории психологическую модель памяти человека.

Основной элемент модели - фрейм отражает структуру данных для описания концептуальных (понятийных) объектов. Информация, относящаяся к одному фрейму, содержится в слоте. Все фреймы взаимосвязаны и образуют единую систему, в которой объединены факты (описательные знания) и правила манипулирования ими.

Семантическая сеть - граф, узлы которого соответствуют понятиям или объектам. Логические выводы базируются на прямом или обратном рассуждениях. Прямые рассуждения, ведутся от данных к цели рассуждения, а обратные - от цели к данным. Обратные рассуждения базируются на графе ИЛИИ, связывающем в единое целое факты и заключения. Оценка этого графа и есть логический вывод. При этом оцениваются лишь те части графа, которые имеют отношение к заключению.

Блок логических выводов предназначен для извлечения знаний из введенной в систему информации и должен быть рассчитан для работы с ненадежными данными. Он использует нечеткую логику, коэффициенты уверенности, байесовскую логику, меры доверия и т.д. Этот блок является главным, так как с его помощью пользователь генерирует альтернативы и вырабатывает решение. Здесь реализуются алгоритмы факторного анализа показателей, результаты которого используются для постановки диагноза. Очевидно, что количество диагнозов может быть велико, поэтому используют иерархические способы их описания, что позволяет снизить их сложность на несколько порядков и облегчить процесс выбора решения.

Блок объяснений показывает весь путь, которым система пришла к тому или иному выводу. В ЭС, основанных на правилах, объяснения получают путем прослеживания шагов рассуждения, которые привели к данному выводу.

База данных, Блок проведения расчетов и Блок ввода/вывода и корректировки данных являются отличительной чертой, присущей только ЭС поддержки процессов принятия решений. Их наличие продиктовано большим объемом и жесткостью требований к точности расчетов, необходимых для принятия решений по управлению именно экономическими системами. В базе данных находятся плановые, фактические, расчетные, отчетные и другие показатели. Если эти блоки входят в соответствующие ИСУ и СОД как составляющие их части, то в ЭС они не рассматриваются.

Блок приобретения знаний, в конечном счете, отвечает за самообучение экспертной системы и, следовательно, за надежность и точность выдаваемых рекомендаций. Извлечение и формализация знаний, которыми обладает эксперт, - достаточно сложный процесс, который изучает такой раздел науки, как инженерия знаний. Здесь эти

вопросы мы рассматривать не будем. Лишь отметим, что в настоящее время приобретение знаний экспертной системой сводится к вводу вербализованных знаний эксперта с помощью соответствующего пользовательского интерфейса.

4.3. Системы поддержки принятия решений

Система поддержки принятия решений (СППР) – decision-making support system (DMSS) представляет собой индивидуальную компьютеризированную информационную систему поддержки и оказания помощи тому лицу, которое принимает управляющие решения на линейном, штабном или руководящем уровне, и располагается непосредственно на его рабочем месте.

Одной из характерных особенностей систем СППР является то, что эти системы решают частные задачи, то есть, реализуют частные функции и являются частью стадий процесса принятия управленческого решения. В этом смысле может сосуществовать много различных СППР, построенных на различных базах (методических основаниях), например, для различных:

- стадий процесса принятия решения по какой-либо задаче;
- задач в рамках какой-либо функции;
- задач подразделения в составе структуры предприятия.

В такой ситуации оказывается необходимой интеграция СППР различных уровней (или, по меньшей мере, обеспечение коммуникации между ними).

В результате интеграции мы получаем Executive Support System (ESS) - Исполнительную систему поддержки, которая поддерживает и оказывает помощь на различных стадиях или для различных функций на одном рабочем месте. Именно этот класс систем представляет собой истинную цель построения такого инструмента компьютеризированной поддержки и оказания помощи при принятии управленческих решений, для которого системы представления данных (Data Support - “информационная поддержка”) и системы СППР являются лишь “строительными блоками”, используемыми для ее возведения. В свою очередь, система ESS представляет собой компоненты для системы Management Support System (MSS) - система поддержки административно-управленческого персонала или On- Line Analytical Processing (OLAP). Такая система должна, как минимум, интегрировать широкоформатную таблицу, пакет статистического анализа, презентационную графику и мощный интерфейс к реляционным СУБД, поддерживающий обмены со многими файлами. Иногда в состав OLAP включают географическую информационную систему (ГИС). С другой стороны, компьютерная система поддержки принятия решений должна

не только облегчить выбор оптимального решения, но и способствовать его реализации.

Какие информационные системы можно отнести к OLAP? Для ответа на этот вопрос в 1993 году Ф. Кодд опубликовал статью «Обеспечение OLAP для пользователей-аналитиков». Эта статья включала 12 требований к OLAP, которые в 1995 году были дополнены еще шестью. Все эти требования были разбиты на четыре группы, которые Ф. Кодд назвал «особенностями». Приведем их:

Основные особенности (B): 1) многомерное концептуальное представление данных; 2) интуитивное манипулирование данными; 3) доступность; 4) пакетное извлечение против интерпретации; 5) модели анализа OLAP; 6) архитектура «клиент-сервер»; 7) прозрачность; 8) многопользовательская поддержка.

Специальные особенности (S): 9) обработка ненормализованных данных; 10) сохранение результатов OLAP: хранение их отдельно от исходных данных; 11) исключение отсутствующих значений; 12) обработка отсутствующих значений.

Особенности представления отчетов (R): 13) гибкость формирования отчетов; 14) стандартная производительность отчетов; 15) автоматическая настройка физического уровня.

Управление изменениями (D): 16) универсальность измерений; 17) неограниченное число измерений и уровней агрегации; 18) неограниченные операции между размерностями.

Кроме правил Ф. Кодда, для определения принадлежности информационных систем к OLAP существует тест FASMI (Fast Analysis of Shared Multidimensional – быстрый анализ разделяемой многомерной информации), который сформулирован в начале 1995 года. Тест выдвигает следующие требования к информационной системе: *Fast* (быстрый) – обеспечение выдачи ответов пользователям приблизительно в пределах 5 секунд; *Analysis* (анализ) – проведение любого логического и статистического анализа; *Shared* (разделяемой) – защита конфиденциальности; *Multidimensional* (многомерный) – многомерное концептуальное представление данных; *Information* (информация) – получение необходимой информации там, где в ней нуждаются.

Термин OLAP неразрывно связан с терминами «Хранилище данных» (Data Warehouse) и интеллектуальный анализ данных (Data Mining). Представление информации в OLAP происходит в виде детальных данных и в виде агрегатов, а их хранение осуществляется как в реляционных, так и в многомерных структурах. В связи с этим применяются следующие термины:

MOLAP (Multidimensional OLAP) – и детальные данные, и агрегаты хранятся в многомерной БД.

ROLAP (Relational OLAP) – детальные данные остаются в реляционной БД, агрегаты хранятся в той же БД в специально созданных служебных таблицах.

HOLAP (Hybrid OLAP) – детальные данные хранятся в реляционной БД, а агрегаты хранятся в многомерной БД.

На Западе основными потребителями OLAP являются центральные и местные органы государственного управления, государственные ведомства (армия, полиция, социальное обеспечение, строительные, налоговые и другие службы), средства массовой информации, крупные фирмы, политические партии, исследовательские организации. Компании, связанные с инвестиционной деятельностью и фондовыми операциями, действующие на рынках нескольких регионов, традиционно остаются типичными клиентами фирм-поставщиков OLAP (40-50% рынка). Западная коммерческая компания, внедряющая компьютерную систему поддержки принятия решений, рассчитывает обычно на пятидесятипроцентное сокращение текущих расходов на инфраструктуру, а также на повышение конкурентоспособности благодаря более оперативной реакции на рыночную конъюнктуру и конкретные внешние события.

Современная система поддержки принятия решений крупной компании или государственного ведомства включает в себя следующие основные службы: связи; обеспечения надежности; аналитическая; презентация; обеспечения решений и другие.

Служба обеспечения решений поддерживает два вида: волевые и согласительные решения. Под "волевыми" обычно понимаются решения, принимаемые высшими должностными лицами в соответствии с их полномочиями самостоятельно. Они руководят своими подразделениями или фирмами, используя отдельный компьютер (обычно мобильный) или комплекс оборудования ситуационной комнаты. Хотя считается, что решение принимается индивидуально, его выработке практически всегда предшествует интенсивный процесс совещаний с другими руководителями и ведущими экспертами-аналитиками. Для этого необходимы средства для коллективной работы над документами и таблицами, а также оборудование и программное обеспечение телеконференций. Иногда бывает сложно обеспечить режим передачи видеоинформации на мобильный компьютер. Лица, принимающие решения, имеют право выхода на службу связи для выдачи и контроля распоряжений.

Согласительные решения - это решения, вырабатываемые путем голосования или переговоров (решения совета директоров, собрания акционеров, парламента, группы приглашенных экспертов и т. д.). С одной стороны, лица, принимающие согласительное решение, являются

потребителями аналитической и презентационной информации (как печатной, так и оперативной - в ситуационных комнатах). С другой стороны, компетентное принятие решений невозможно без специальной информационной поддержки. Дело в том, что полезность демократического голосования при наличии нескольких групп с прямо противоположными интересами весьма ограничена. Стремление отстоять свою позицию ведет часто к радикализации и отстаиванию из тактических соображений малореалистичных подходов к основным и второстепенным вопросам. Для этого явления имеется хорошо развитая математическая теория, составляющая раздел теории игр. Чтобы затруднить для сторон, стремящихся к согласию, отход от ранее декларированных (например, избирателям) реалистичных приоритетов, используется ряд методик выработки оптимального (и справедливого) решения.

Системы поддержки согласительных решений состоят обычно из средств декомпозиции проблемы, сравнения альтернатив, протоколирования переговоров и оценки результатов. Вся эта процедура заменяет в ответственных случаях (и в серьезных компаниях) обычное голосование.