

**ТРУДЫ
КРЫМСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК**



2005

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И СОВРЕМЕННЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**А.Д.Сараев, О.А.Щербина
(Симферополь - Вена)**

1. Введение

Системный подход применяется как в научных исследованиях, так и в решении практических проблем, связанных с прогнозированием, проектированием и управлением в технических системах, биологии, психологии, социально-экономической, политической и военной сферах. Начиная с конца 50-х годов прошлого века, эти методы применяются при принятии управленческих решений в промышленности, финансовой, коммерческой деятельности и других областях. При системном подходе ставится задача выявить и изучить связи и отношения между элементами (подсистемами) любого объекта управления. Важным моментом при этом становится подчинение частных, локальных задач отдельных подсистем общей конечной цели. При этом обязательным условием является четкое формулирование единых целей, задач, а затем определение путей наиболее эффективного решения как для системы в целом, так и для отдельных ее элементов.

Под системным подходом [6] в управлении понимают систематизированный способ мышления, в соответствии с которым процесс обоснования решения базируется на определении общей цели системы и последовательном подчинении ей деятельности множества подсистем, планов их развития, а также показателей и стандартов работы. В общем смысле системный подход рассматривается как упорядоченная и воспроизводимая процедура выработки решений, применяемая к аналитическим проблемам любого рода и масштаба. Существует множество различных определений понятия "система". Для наших целей наиболее подходит определение, предложенное Месаровичем и

Такахарой [2]: *система есть множество элементов вместе со связями между этими элементами и их признаками. Элемент - это простейшая неделимая часть системы. Связь - это соединение между элементами, влияющее на поведение элементов и систему в целом.*

2. Использование системного анализа в процессе принятия решений

Системный анализ возник в эпоху разработки компьютерной техники. Успех его применения при решении сложных задач во многом определяется современными возможностями информационных технологий. Н. Н. Моисеев приводит, по его выражению, довольно узкое определение системного анализа [3]: "Системный анализ - это совокупность методов, основанных на использовании ЭВМ и ориентированных на исследование сложных систем - технических, экономических, экологических и т. д. Результатом системных исследований является, как правило, выбор вполне определенной альтернативы: плана развития региона, параметров конструкции и т. д.... Поэтому истоки системного анализа, его методические концепции лежат в тех дисциплинах, которые занимаются проблемами принятия решений: теории операций и общей теории управления".

Ценность системного подхода состоит в том, что рассмотрение категорий системного анализа создает основу для логического и последовательного подхода к проблеме принятия решений. Эффективность решения проблем с помощью системного анализа определяется структурой решаемых проблем. Согласно классификации, все проблемы подразделяются на три класса:

- *хорошо структурированные (well - structured)*, или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены очень хорошо;
- *неструктурированные (unstructured)*, или качественно выраженные проблемы, содержащие лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны;

- *слабо структурированные (ill - structured)*, или смешанные проблемы, которые содержат как качественные элементы, так и малоизвестные, неопределенные стороны, которые имеют тенденцию доминировать.

Для решения хорошо структурированных количественно выражаемых проблем используется известная методология исследований операций, которая состоит в построении адекватной математической модели (например, задачи линейного, нелинейного, динамического программирования, задачи теории массового обслуживания, теории игр и др.) и применении методов для отыскания оптимальной стратегии управления целенаправленными действиями.

Для решения слабо структурированных проблем используется методология системного анализа. Рассмотрим технологию применению системного анализа к решению сложных задач.

Процедура принятия решений согласно [7] включает следующие основные этапы:

1. Формулировка проблемной ситуации;
2. Определение целей;
3. Определение критериев достижения целей;
4. Построение моделей для обоснования решений;
5. Поиск оптимального (допустимого) варианта решения;
6. Согласование решения;
7. Подготовка решения к реализации;
8. Утверждение решения;
9. Управление ходом реализации решения;
10. Проверка эффективности решения.

На рис. 1а и 1б приведены методы, применяемые на каждом шаге процедуры системного анализа [4-5]. Приведенная технология ориентирована на повышение эффективности сложных решений для структурированных и слабоструктурированных проблем.

Рис.1а. ЭТАПЫ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ



Рис. 16. ЭТАПЫ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ



Термин „анализ" используется для характеристики самой процедуры проведения исследования, которая состоит в том, чтобы разбить проблему в целом на ее составляющие части, более доступные для решения, использовать наиболее подходящие специальные методы для решения отдельных подпроблем и, наконец, объединить частные решения так, чтобы было построено общее решение проблемы. Ясно, что наиболее эффективно анализ может быть произведен лишь на основе системного подхода. В этом случае возникает не только органическое сочетание декомпозиции проблем на части и исследования связей и отношений между этими частями, но также делается особый акцент на рассмотрение целей и задач, общих для всех частей, и в соответствии с этим осуществляется синтез общего решения из частных решений.

Процесс принятия решений неструктурированных или слабоструктурированных проблем представляется весьма сложным в связи с высокой степенью неопределенности. Условием перехода к большей определенности является получение новой информации, что может быть достигнуто с помощью использования системы поддержки принятия решений (СППР).

3. Системы поддержки принятия решений (СППР)

Современные системы поддержки принятия решения (СППР), возникшие как естественное развитие и продолжение управленческих информационных систем и систем управления базами данных, представляют собой системы, максимально приспособленные к решению задач повседневной управленческой деятельности, являются инструментом, призванным оказать помощь лицам, принимающим решения (ЛПР). С помощью СППР могут решаться неструктурированные и слабоструктурированные многокритериальные задачи.

СППР, как правило, являются результатом мультидисциплинарного исследования, включающего теории баз данных, искусственного интеллекта, интерактивных компьютерных систем, методов имитационного моделирования.

Как справедливо отмечено в [20], "... с момента появления первых разработок по созданию СППР, не было дано четкого определения СППР...".

Ранние определения СППР (в начале 70-х годов прошлого века) отражали следующие три момента: (1) возможность оперировать с неструктурированными или слабоструктурированными задачами, в отличие от задач, с которыми имеет дело исследование операций; (2) интерактивные автоматизированные (т.е. реализованные на базе компьютера) системы; (3) разделение данных и моделей. Приведем определения СППР:

СППР - совокупность процедур по обработке данных и суждений, помогающих руководителю в принятии решений, основанная на использовании моделей [22].

СППР - это интерактивные автоматизированные системы, помогающие лицу, принимающему решения, использовать данные и модели для решения слабоструктурированных проблем [29, 30].

СППР - это система, которая обеспечивает пользователям доступ к данным и/или моделям, так что они могут принимать лучшие решения [12].

Последнее определение не отражает участия компьютера в создании СППР, вопросы возможности включения нормативных моделей в состав СППР и др.

В настоящее время нет общепринятого определения СППР, поскольку конструкция СППР существенно зависит от вида задач, для решения которых она разрабатывается, от доступных данных, информации и знаний, а также от пользователей системы. Можно привести, тем не менее, некоторые элементы и характеристики, общепризнанные, как части СППР:

СППР - в большинстве случаев – это интерактивная автоматизированная система, которая помогает пользователю (ЛПР) использовать данные и модели для идентификации и решения задач и принятия решений. Система должна обладать возможностью работать с интерактивными запросами с достаточно простым для изучения языком запросов.

Согласно Turban [31], СППР обладает следующими четырьмя основными характеристиками:

- 1) СППР использует и данные, и модели;
- 2) СППР предназначены для помощи менеджерам в принятии решений для слабоструктурированных и неструктурированных задач;
- 3) Они поддерживают, а не заменяют, выработку решений менеджерами;
- 4) Цель СППР – улучшение эффективности решений.

Turban [31] предложил список характеристик идеальной СППР (которая имеет мало общих элементов с определением, приведенным выше):

Идеальная СППР:

- (1) оперирует со слабоструктурированными решениями;
- (2) предназначена для ЛПР различного уровня;
- (3) может быть адаптирована для группового и индивидуального использования;
- (4) поддерживает как взаимозависимые, так и последовательные решения;
- (5) поддерживает 3 фазы процесса решения: интеллектуальную часть, проектирование и выбор;
- (6) поддерживает разнообразные стили и методы решения, что может быть полезно при решении задачи группой ЛПР;
- (7) является гибкой и адаптируется к изменениям как организации, так и ее окружения;
- (8) проста в использовании и модификации;
- (9) улучшает эффективность процесса принятия решений;
- (10) позволяет человеку управлять процессом принятия решений с помощью компьютера, а не наоборот;
- (11) поддерживает эволюционное использование и легко адаптируется к изменяющимся требованиям;
- (12) может быть легко построена, если может быть сформулирована логика конструкции СППР;

- (13) поддерживает моделирование;
- (14) позволяет использовать знания.

Рассмотрим кратко историю создания СППР (обзор по зарубежным публикациям).

4. История создания СППР

До середины 60-х годов прошлого века создание больших информационных систем (ИС) было чрезвычайно дорогостоящим, поэтому первые ИС менеджмента (так называемые Management Information Systems – MIS) были созданы в эти годы лишь в достаточно больших компаниях. MIS предназначались для подготовки периодических структурированных отчетов для менеджеров.

В конце 60-х годов появляется новый тип ИС – модель-ориентированные СППР (Model-oriented Decision Support Systems – DSS) или системы управленческих решений (Management Decision Systems - MDS).

По мнению первооткрывателей СППР Keen P. G. W., Scott Morton M. S.[21] (1978), концепция поддержки решений была развита на основе „теоретических исследований в области принятия решений... и технических работ по созданию интерактивных компьютерных систем“.

В 1971 г. – опубликована книга Scott Morton'а [27], в которой впервые были описаны результаты внедрения СППР, основанной на использовании математических моделей.

1974 г. – в работе [10] дано определение первые ИС менеджмента - MIS: «MIS – это интегрированная человеко-машинная система обеспечения информацией, поддерживающая функции операций, менеджмента и принятия решений в организации. Системы используют компьютерную технику и программное обеспечение, модели управления и принятия решений, а также базу данных» [10, р. 5].

1975 г. - J.D.C.Little в работе [22] предложил критерии проектирования СППР в менеджменте.

1978 г. – опубликован учебник по СППР [21], в котором исчерпывающе описаны аспекты создания СППР: анализ, проектирование, внедрение, оценка и разработка.

1980 г. – опубликована диссертация S. Alter [8], в которой он дал основы классификации СППР.

1981 г. – Bonczek, Holsapple и Whinston в книге [9] создали теоретические основы проектирования СППР. Они выделили 4 необходимых компонента, присущих всем СППР: 1) Языковая система (Language System - LS) – СППР может принимать все сообщения; 2) Система презентаций (Presentation System (PS)) (СППР может выдавать свои сообщения); 3) Система знаний (Knowledge System - KS) – все знания СППР сохраняет; 4) Система обработки задач (Problem-Processing System (PPS)) – программный «механизм», который пытается распознать и решить задачу во время работы СППР.

1981 г. – В книге [28] R.Sprague и E.Carlson описали, каким образом на практике можно построить СППР. Тогда же была разработана информационная система руководителя (Executive Information System (EIS)) – компьютерная система, предназначенная для обеспечения текущей адекватной информации для поддержки принятия управленческих решений менеджером.

Начиная с 1990-х, разрабатываются так называемые **Data Warehouses** - хранилища данных. Хранилище данных – это очень большая предметно-ориентированная информационная корпоративная база данных, предназначенная для подготовки отчётов, анализа бизнес-процессов и поддержки принятия решений. Строится на базе клиент-серверной архитектуры, реляционной СУБД и утилит поддержки принятия решений. Данные, поступающие в хранилище данных, становятся доступны только для чтения.



Рис.2. История СППР.

В 1993 г Е. Коддом (E.F. Codd) для СППР специального вида был предложен термин OLAP (**Online Analytical Processing**)- оперативный анализ данных, онлайн-аналитическая обработка данных для поддержки принятия важных решений. Исходные данные для анализа представлены в виде многомерного куба, по которому можно получать нужные разрезы - отчёты.

Выполнение операций над данными осуществляется OLAP-машиной. По способу хранения данных различают MOLAP, ROLAP и HOLAP. По месту размещения OLAP-машины различаются OLAP-клиенты и OLAP-серверы. OLAP-клиент производит построение многомерного куба и вычисления на клиентском ПК, а OLAP-сервер получает запрос, вычисляет и хранит агрегатные данные на сервере, выдавая только результаты.

В начале нового тысячелетия была создана СППР на основе Web.

5. Классификации СППР

Для СППР отсутствует не только единое общепринятое определение, но и исчерпывающая классификация. Разные авторы предлагают разные классификации.

На уровне пользователя Haettenschwiler (1999) [17] делит СППР на **пассивные, активные и кооперативные СППР**. **Пассивной** СППР называется система, которая помогает процессу принятия решения, но не может вынести предложение, какое решение принять. **Активная** СППР может сделать предложение, какое решение следует выбрать. **Кооперативная** позволяет ЛПР изменять, пополнять или улучшать решения, предлагаемые системой, посылая затем эти изменения в систему для проверки. Система изменяет, пополняет или улучшает эти решения и посылает их опять пользователю. Процесс продолжается до получения согласованного решения.

На концептуальном уровне Power (2003) [26] отличает СППР, управляемые сообщениями (*Communication-Driven DSS*), СППР, управляемые данными (*Data-Driven DSS*), СППР, управляемые документами (*Document-Driven DSS*), СППР, управляемые знаниями (*Knowledge-Driven DSS*) и СППР, управляемые моделями (*Model-Driven DSS*). СППР, управляемые моделями, характеризуются в основном доступ и манипуляции с математическими моделями (статистическими, финансовыми, оптимизационными, имитационными). Отметим, что некоторым OLAP-системам, позволяющим

осуществлять сложный анализ данных, могут быть отнесены к гибридным СППР, которые обеспечивают моделирование, поиск и обработку данных.

Управляемая сообщениями (*Communication-Driven DSS*) (ранее групповая СППР - *GDSS*) СППР поддерживает группу пользователей, работающих над выполнением общей задачи.

СППР, управляемые данными (*Data-Driven DSS*) или СППР, ориентированные на работу с данными (*Data-oriented DSS*) в основном ориентируются на доступ и манипуляции с данными. СППР, управляемые документами (*Document-Driven DSS*), управляют, осуществляют поиск и манипулируют неструктурированной информацией, заданной в различных форматах. Наконец, СППР, управляемые знаниями (*Knowledge-Driven DSS*) обеспечивают решение задач в виде фактов, правил, процедур.

На техническом уровне Power (1997) [24] различает СППР всего предприятия и настольную СППР. СППР всего предприятия подключена к большим хранилищам информации и обслуживает многих менеджеров предприятия. Настольная СППР – это малая система, обслуживающая лишь один компьютер пользователя. Существуют и другие классификации (Alter [8], Holsapple и Whinston [18], Golden, Hevner и Power [16]). Отметим лишь, что превосходная для своего времени классификация Alter'a, которая разбивала все СППР на 7 классов, в настоящее время несколько устарела.

При создании СППР можно использовать Web-технологии. В настоящее время СППР на основе Web-технологий для ряда компаний являются синонимами СППР предприятия.

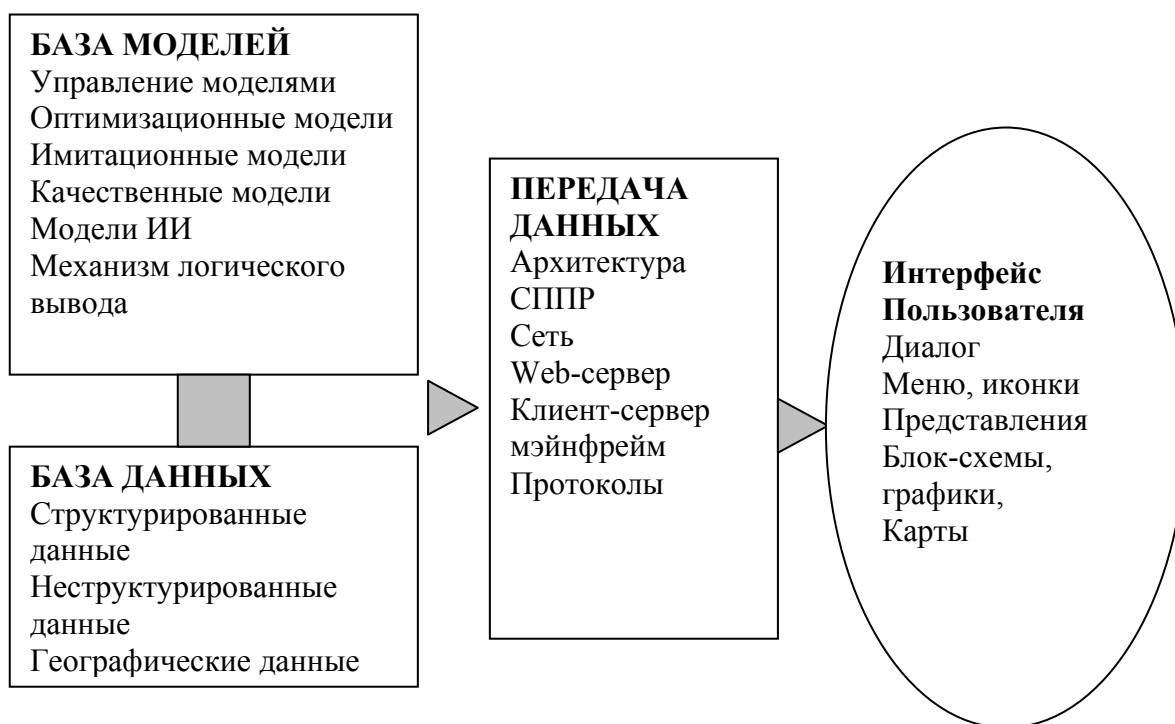


Рис.3. Традиционные компоненты СППР (Power [26])

Архитектура СППР представляется разными авторами по-разному. Marakas (1999) [23] предложил обобщенную архитектуру, состоящую из 5 различных частей: (a) *система управления данными* (the data management system - DBMS), (b) *система управления моделями* (the model management system – MBMS), (c) *машина знаний* (the knowledge engine (KE)), (d) *интерфейс пользователя* (the user interface) и (e) *пользователи* (the user(s)) (см. рис. 4).

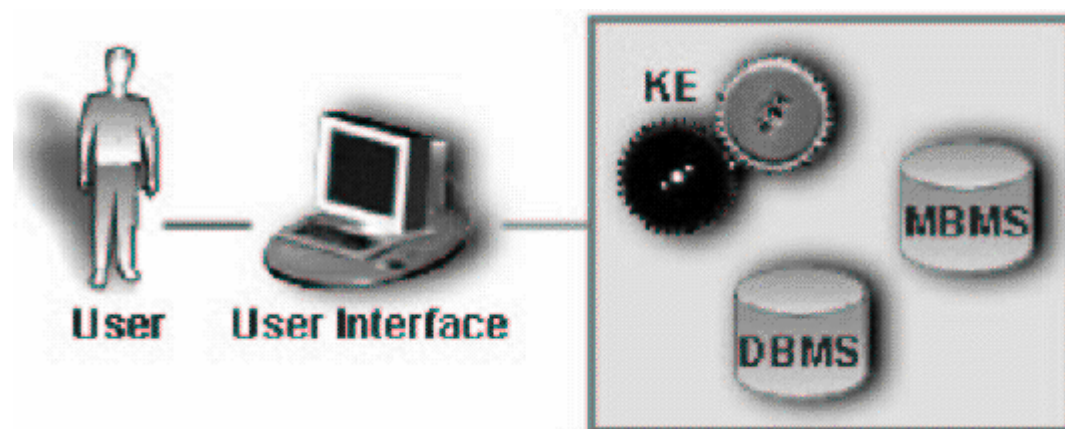


Рис. 4. Пять различных частей СППР.

6. Заключение

Системы поддержки принятия плановых решений являются современным инструментом информационных технологий для решения слабо- и неструктурированных проблем системного анализа.

Список литературы.

1. Ларичев О.И., Петровский А.В. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития. // Итоги науки и техники. Сер.Техническая кибернетика. - Т.21. М.: ВИНТИ, 1987.
2. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. М.: Мир, 1978.
3. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М: Наука, 1981.
4. Основы системного подхода и их приложение к разработке территориальных автоматизированных систем управления / под ред. Ф.И.Перегудова. - Томск: ТГУ, 1976. – 244 с.
5. Системное проектирование АСУ хозяйством области / под ред. Ф.И.Перегудова. – М.: Статистика, 1977. – 159 с.
6. США: современные методы управления/Под ред. Б. З. Мильнера. М.: Наука, 1971.
7. Янг С. Системное управление организацией (пер. с англ.). – М.: Сов. Радио, 1972.
8. Alter S. L. Decision support systems : current practice and continuing challenges. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub., 1980.
9. Bonczek R.H., Holsapple C., Whinston A.B. Foundations of Decision Support Systems.- New York: Academic Press, , 1981.
- 10.Davis G. Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure, and Development. – New York: McGraw-Hill, 1974.
- 11.Druzdzel M. J., Flynn R. R. Decision Support Systems. Encyclopedia of Library and Information Science. - A. Kent, Marcel Dekker, Inc., 1999.

12. Edwards J.S. Expert Systems in Management and Administration - Are they really different from Decision Support Systems? // European Journal of Operational Research, 1992. - Vol. 61. - pp. 114-121.
13. Eom H., Lee S. Decision Support Systems Applications Research: A Bibliography (1971-1988) // European Journal of Operational Research, 1990. - N 46. - pp. 333-342.
14. Finlay P. N. Introducing decision support systems. - Oxford, UK Cambridge, Mass., NCC Blackwell: Blackwell Publishers, 1994.
15. Ginzberg M.I., Stohr E.A. Decision Support Systems: Issues and Perspectives // Processes and Tools for Decision Support / ed. by H.G. Sol.. – Amsterdam: North-Holland Pub.Co, 1983.
16. Golden B., Hevner A., Power D.J. Decision Insight Systems: A Critical Evaluation // Computers and Operations Research, 1986. – v. 13. – N2/3. – p. 287-300.
17. Haettenschwiler P. Neues anwenderfreundliches Konzept der Entscheidungsunterstützung. Gutes Entscheiden in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Zurich: Hochschulverlag AG, 1999. – S. 189-208.
18. Holsapple C.W., Winston A.B. Decision Support Systems: A Knowledge-based Approach. – Minneapolis: West Publishing Co., 1996.
19. Keen P.G.W. Decision support systems: a research perspective. Decision support systems : issues and challenges. G. Fick and R. H. Sprague. Oxford ; New York: Pergamon Press, 1980.
20. Keen P.G.W. Decision Support Systems: The next decades // Decision Support Systems, 1987. – v. 3. - pp. 253-265.
21. Keen P.G.W., Scott Morton M. S. Decision support systems : an organizational perspective. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co., 1978.
22. Little I.D.C. Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus // Management Science, 1970. - v. 16. – N 8
23. Marakas G. M. Decision support systems in the twenty-first century. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 1999.

24. Power D. J. "What is a DSS?" // The On-Line Executive Journal for Data-Intensive Decision Support, 1997. – v. 1. - N3.
25. Power D. J. Web-based and model-driven decision support systems: concepts and issues. Americas Conference on Information Systems, Long Beach, California, 2000.
26. Power D.J. A Brief History of Decision Support Systems. DSSResources.COM, World Wide Web, <http://DSSResources.COM/history/dsshhistory.html>, version 2.8, May 31, 2003.
27. Scott Morton M. S. Management Decision Systems: Computer-based Support for Decision Making. – Boston: Harvard University, 1971.
28. Sprague R. H., Carlson E. D. Building Effective Decision Support Systems. - Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1982.
29. Sprague R.H. A Framework for the Development of Decision Support Systems // MIS Quarterly, 1980. – v. 4. - pp. 1-26.
30. Thieranf R.J. Decision Support Systems for Effective Planing and Control. - Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall, Inc, 1982.
31. Turban, E. Decision support and expert systems: management support systems. - Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1995.