

А.А. Самойленко

Конструирование системы информационной поддержки управленческих решений

Рассмотрены основные аспекты разработки систем информационной поддержки принятия управленческих решений, а также соответствующее программное обеспечение, ориентированное на решение экономических задач, функциональные возможности и особенности основных частей разработанной системы.

The main aspects of developing a combined system for the managerial decisions information support are considered. The corresponding software directed towards the economical tasks solving is developed. The functional capabilities and features of main parts of the system are presented.

Розглянуто основні аспекти створення комплексної системи інформаційної підтримки управлінських рішень, а також відповідне програмне забезпечення, функціональні можливості та особливості основних частин розробленої системи.

Введение. Оперативность и качество управленческих решений, принимаемых руководителями различных уровней, существенно зависят от своевременного обеспечения процесса управления необходимой достоверной информацией, характеризующей процессы и явления, происходящие на том или ином объекте управления. Поэтому актуальна задача информационной поддержки принятия оперативных управленческих решений. Для решения этой проблемы в статье разработаны соответствующие инструментальные средства, в основу которых положены индуктивные алгоритмы анализа, моделирования и прогнозирования сложных процессов.

Задача разработки компьютерных систем анализа взаимосвязанных сложных процессов с целью комплексной оценки их состояния и оперативного выявления потенциально неблагоприятных явлений и тенденций для информационной поддержки управленческих решений – одна из основных проблем, требующая научного решения с использованием современных компьютерных технологий. При этом речь идет о новой концепции организации процесса принятия решений, учитывая не только традиционные задачи хранения, обработки и визуализации данных, но и обеспечение всесторонней поддержки этого процесса на базе решения задач анализа, моделирования и прогнозирования и представления полученных результатов в информационно-совещательной форме в условиях ситуации, что постоянно меняется.

Ключевые слова: система, информационная поддержка решений, СППР, СИПУР, МГУА.

Проблемы и постановка задачи

Система информационной поддержки управленческих решений (СИПУР) – одна из разновидностей информационных систем (ИС). В то же время она имеет ряд свойств, присущих исполнительным информационным системам (ИИС) и системам поддержки принятия решений (СППР) (*Decision Support System, DSS*).

В общем виде информационную систему можно определить как автоматизированную человеко-машинную систему, определяющей особенностью которой есть то, что она обеспечивает информацией пользователей из различных организаций [1].

Современные СППР, возникшие в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных, – это системы, максимально приближенные к решению задач повседневной управленческой деятельности и являющиеся инструментом, оказывающим помощь лицам и/или органам, принимающим решения (ЛПР). С помощью СППР может проводиться выбор решений определенных неструктурированных и слабоструктурированных задач, в том числе и тех, что решаются на основе многих критериев. Поскольку единственное общепринятое определение СППР отсутствует, приведем несколько возможных.

СППР – совокупность процедур обработки данных и суждений, помогающих руководителям в принятии решений, основанных на использовании моделей [2].

СППР – интерактивные автоматизированные системы, помогающие тем, кто принимает решения использовать данные и модели для решения слабоструктурированных проблем [2, 3].

СППР – система, обеспечивающая пользователям доступ к данным и/или моделям, в результате чего они могут принимать лучшие решения [4].

Согласно [5], СППР имеет следующие четыре основные характеристики:

- использует и данные, и модели;
- предназначены для помощи менеджерам при принятии решений для слабоструктурированных и неструктурированных задач;
- поддерживают, а не заменяют принятия решений менеджерами;
- повышают эффективность решений.

Турбен предложил перечень характеристик идеальной СППР (он имеет несколько общих элементов с приведенными определениями). Идеальная СППР:

- оперирует со слабоструктурированными решениями;
- предназначена для ЛПР различного уровня;
- может быть приспособлена для группового и индивидуального использования;
- поддерживает как взаимозависимые, так и последовательные решения;
- поддерживает три фазы процесса решения: интеллектуальную часть, проектирование и выбор;
- поддерживает разнообразные стили и методы решения, что может быть полезно при решении задачи группой ЛПР;
- является гибкой и адаптируется к изменениям как организации, так и своей среды;
- проста в использовании и модификации;
- повышает эффективность процесса принятия решений;
- позволяет человеку управлять процессом принятия решений с помощью компьютера, а не наоборот;
- поддерживает эволюционное использование и легко адаптируется к изменяющимся требованиям;

- может быть построена, если сформулирована логика конструкции СППР;
- поддерживает задачи моделирования;
- позволяет использовать знания.

СППР широко применяются в США (рынок создаваемого программного обеспечения ежегодно достигает миллиарда долларов) и в других развитых странах в разных сферах человеческой деятельности (экономике, бизнесе, юриспруденции, государственном управлении и т.д.). Например, для управления финансами корпораций (а также в управлении производством, в статистике) эффективно используется СППР *Visual IFPS / Plus*, которая была создана еще в начале 70-х годов прошлого века и модифицировалась впоследствии под клиент-серверную платформу (компания «COMSHARE» продает *Visual IFPS / Plus* под *Windows NT* за 15 тыс. дол. США). На рынке Украины предлагается русскоязычная СППР для маркетинговых исследований *Marketing Expert* [1].

ИИС или информационные системы для руководителей (*Executive Information System – EIS*) – это специализированные СППР, помогающие исполнителям анализировать важную информацию и использовать соответствующие инструментальные средства, чтобы направлять ее для формирования стратегических решений в рамках определенной организации.

Они отличаются от традиционных информационных систем и имеют ряд характерных признаков, в частности:

- специально создаются для обеспечения информационных потребностей исполнителей высшего уровня и используются ими непосредственно без посторонней помощи;
- разрабатываются с ориентацией на то, что пользователи имеют поверхностную компьютерную подготовку;
- обеспечивают доступ к данным о специфических организационно-управленческих вопросах и проблемах, а также к агрегированным отчетам;
- обеспечивают пользователей многими оперативными (*on-line*) инструментальными средствами анализа, включая анализ трендов, генери-

рования сообщений об особых ситуациях (об отклонении) и практической «нисходящей» работе (*drill-down*);

- предоставляют возможность доступа к широкому диапазону внутрикорпоративных и внешних источников данных, обеспечивают интегрирование информации;

- особенно просты для использования (с помощью обычной мыши или сенсорного экрана), часто настраиваются на индивидуальные потребности пользователей;

- способны выбирать, фильтровать, сжимать и отслеживать критические факторы успеха или ключевую индикаторную информацию о деятельности организации.

Самым популярным программным обеспечением ИИС есть *Command EIS* фирмы «*COM-SHARE*». На рынке программных продуктов существуют и другие системы, в частности, *EIS-EpiC* фирмы «*EpiC Software*», *Executive Decisions* корпорации «*IBM*» [1].

В нашем понимании системы информационной поддержки управленческих решений – это системы, имеющие основные характеристики и исполнительных систем, и СППР. В отличие от СППР, они не имеют средств генерации и собственно аппарата принятия решений, т.е. в СИПУР не реализованы средства построения возможных решений и выбора среди них оптимальных, решение формирует и принимает пользователь, широко применяя средства визуального представления и анализа как данных, так и процессов, присущих ИИС, что предоставляет широкие возможности пользователю сориентироваться в текущем состоянии проблемы и найти наиболее целесообразный вариант действий для ее решения. Повысить эффективность принятого решения помогают средства моделирования и прогнозирования, которые тоже должны присутствовать в СИПУР.

В настоящее время существует ряд программных продуктов, которые можно использовать в качестве СИПУР, например: «Логос» [6], «Кодекс: документооборот» [7] и «*Deductor*» [8].

«Логос» – информационно-аналитическая система поддержки принятия решений имеет следующие функциональные особенности:

- аналитическая поддержка системного анализа данных благодаря поиску знаний и зависимостей в многомерном пространстве данных;

- информационная поддержка системного анализа данных благодаря созданию и накоплению моделей и общению данных в базах знаний;

- визуальная поддержка системного анализа данных благодаря созданию концентрированной информации на диагностических и географических картах, схемах и динамично возобновляемых графиках.

Моделирование ее базируется на методах многомерной математической статистики, методах оптимизации, прогнозирования и исследования операций.

«Кодекс: документооборот» – это система информационной поддержки принятия решений, ориентированная на использование в органах власти, имеет специфические для области применения функциональные возможности.

Deductor – платформа для создания СППР, предоставляющая аналитикам инструментальные средства, необходимые для решения таких задач, как: корпоративная отчетность, сегментация, прогнозирование, поиск закономерностей, где применяются такие методики анализа, как *OLAP*, *Knowledge Discovery in Databases* и *Data Mining*.

Все эти системы в той или иной степени реализуют функциональные возможности, которые должны быть присущи СИПУР, но не покрывают всех потребностей, существующих в области информационной поддержки управленческих решений.

Исходя из сказанного, актуально создание СИПУР, структура которой позволила бы адаптировать ее к конкретной предметной области, предоставляя пользователю широкий набор средств визуальной поддержки системного анализа данных, построения моделей и прогнозов без участия в этом процессе эксперта предметной области, а также использовать основной арсенал имеющихся методов искусственного интеллекта как средств моделирования и анализа данных.

Основные структурные составляющие комплексной системы информационной поддержки управленческих решений

Для ее решения должна быть рассмотрена задача разработки комплекса программных средств, которая состоит из базы данных и моделей, а также из трех основных блоков:

- подсистема текущего анализа и визуализации оперативной управленческой информации;
- подсистема моделирования и прогнозирования;
- подсистема интегральной оценки состояния сложной системы взаимосвязанных первичных показателей (рис. 1).

Каждый из трех компонентов системы – независимая подсистема, и вместе с тем с обеспечением возможности их взаимодействия. Кроме того, каждый компонент системы имеет доступ к данным и моделям системы, предоставляет возможность работать в различных подсистемах над теми же данными и использовать одни и те же модели. Компонентный подход позволяет выполнять модификации одного компонента без внесения изменений в другой, что повышает гибкость системы и возможность замены или добавления нового компонента, например, при адаптации к определенной предметной области.



Рис. 1. Основные структурные части комплексной системы информационной поддержки управленческих решений

В ходе исследования разработана система информационной поддержки принятия управленческих решений *MDISS* (*Management Deci-*

sion Informative Support System). Главной задачей разработанной системы есть автоматизация анализа данных макроэкономических показателей, используемых в Министерстве экономики Украины для определения уровня экономической безопасности.

Подсистема текущего анализа и визуализации оперативной управленческой информации

Подсистема текущего анализа *CAT* (*Current Analysis Tool*) представляет данные одной определенной области.

В основу этого компонента положена информационно-аналитическая система, разработанная и описанная в [9].

Этот компонент обеспечивает поддержку таких функциональных задач:

- сбор и хранение информации;
- предварительная обработка первичных данных;
- исследование корреляционной зависимости показателей;
- определение состояния процесса;
- визуализация и документирование результатов.

В соответствии с поставленными требованиями, подсистема *CAT* состоит из следующих основных панелей отображения:

- списка показателей (*Argument Tree Panel*);
- их значений по годам в табличном виде (*Arguments Data Table Panel*);
- значений текущего показателя в виде графика (*Argument Chart Panel*);
- дополнительной информации (*Argument Info Panel*).

Argument Tree Panel имеет список аргументов, состоящий из их полных имен. Выделенный аргумент в списке считается текущим, данные которого отражаются в *Argument Chart Panel* и *Argument Info Panel*.

Arguments Data Table Panel представляет собой данные каждого из них (значение показателя по годам) в табличном виде.

Argument Chart Panel отражает данные текущего показателя в графическом виде и следующие графики этого показателя:

- значений показателя за каждый год;
- нижней границы его значения;
- нижнего порогового значения;
- нижней его нормы значения;
- верхней нормы;
- верхнего порогового значения;
- верхней границы значения показателя.

Панель *Argument Info Panel* ответственна за отображение следующей информации для текущего показателя:

- индикатора роста или падения за последний год;
- индикатора принадлежности к норме, порогового или предельного значения;
- значения:
 - нижней границы показателя;
 - нижнего его порога;
 - нижней нормы показателя;
 - верхней нормы;
 - верхнего его порога показателя;
 - верхней границы показателя.

Подсистема моделирования и прогнозирования

Приведем основные функциональные характеристики этой подсистемы:

- построение моделей (ручной и автоматический режимы);
- информационная поддержка выбора оптимальной модели;
- определение значимости каждого из показателей (факторов);
- визуализация и документирование результатов.

Подсистема моделирования и прогнозирования *MPT (Modeling and Prediction Tool)* предназначена для построения моделей и выбора наиболее оптимальных из них с помощью индуктивного моделирования с применением критериев селекции. Процесс моделирования может выполняться как в ручном, так и в автоматическом режиме. В ручном режиме пользователь может подбирать наиболее оптимальные методы и сценарии моделирования и анализировать полученный результат. Реализованы визуально-аналитические средства анализа моделей, предоставляющих возможность и помо-

гающих пользователю вручную отредактировать выбор лучшей модели. На основе полученных моделей строятся аппроксимации и прогнозы как в этом, так и в других компонентах системы. К тому же в этой подсистеме реализованы средства для определения и анализа степени значимости показателей, степень их влияния на конечный результат.

Для процесса моделирования используются алгоритмы метода группового учета аргументов (МГУА) [10] комбинаторного типа, в основу которых положен известный алгоритм *COMBI* [11]. Реализован комбинаторный алгоритм последовательного отсеивания аргументов, что позволяет эффективно решать задачи с их большим количеством [12].

В целом *MPT* компонент предоставил возможность применения следующих алгоритмов моделирования:

- *COMBI*
- *COMBIS* [11]
- *CSS* [13]
- *BSS* [13]
- *FSS* [13]

Выбор того или иного алгоритма моделирования осуществляется с помощью конфигурационного файла. По умолчанию моделирование происходит по алгоритму *BSS*.

MPT компонент предоставляет возможность применения следующих критериев отбора оптимальных моделей [15]:

AR_{ba} ; AR_{ab} ; AR_{wa} ; AR_{wb} ;
 AD ; AS ; CB ; CV ; CS .

Выбор того или иного критерия моделирования должен осуществляться с помощью конфигурационного файла. По умолчанию моделирование выполняется по критерию AR_{ba} .

MPT компонент должен предоставлять возможность применения критериев отбора информативных аргументов [13]:

FC и WC .

Выбор того или иного критерия должен осуществляться с помощью конфигурационного файла. По умолчанию отбор информативных аргументов происходит по критерию WC .

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
		Виробнич безпека														
Код покази шке	Найменування показника	1 спосіб			2 спосіб						Варіанти коефіцієнта (C _{ij})	1996	1997			
		X ^{конт}	X ^{норм}	стимулятор / дестимулятор	Нижня границя (x ^{нп})	Нижній поріг (x ^{нпн})	Норма пінкця (x ^{нпн})	Норма верхня (x ^{нпн})	Верхній поріг (x ^{нпн})	Верхня границя (x ^{нп})						
1	Індекс реального промислового виробництва, % до 1990 року	100,00	100,00	1	60,00	80	100	200	200	200,0	0,132	52,28	52,12			
2	Степінь зносу основних засобів промисловості, %	35,00	35,00	-1	10,00	14	25	35	50	70,0	0,128	47,50	47,80			
3	Коефіцієнт ліквідації промислових фондів, %	2,50	2,50	1	0,50	1	1,5	2	2,5	4,0	0,138	0,50	0,42			
4	Частка у промисловому виробництві обробної промисловості, %	70,00	70,00	1	50,00	70	80	85	95	100,0	0,128	69,64	70,62			
5	Частка у промисловому виробництві машинобудування, %	20,00	20,00	1	10,00	20	25	30	35	40,0	0,091	14,00	14,10			
6	Матеріаломісткість промислового виробництва, грн./грн.	0,50	0,50	-1	0,10	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,142	0,65	0,65			
7	Фондомісткість промислової продукції, грн./грн.	1,15	1,15	-1	0,30	0,5	0,8	1	1,15	2,0	0,136	3,48	3,42			
8	Рентабельність операційної діяльності промислових підприємств, %	5,00	5,00	1	0,00	1	4	5	8	10,0	0,105	8,90	5,70			
														1,000		

Рис. 2. Представление данных определенной отрасли в формате .xls

Подсистема интегральной оценки состояния сложной системы взаимосвязанных первичных показателей

В IET (*Integrated Estimation Tool*) компоненте реализованы инструменты для работы с данными сложной структуры, типичной для крупных предприятий и подразделений органов государственного управления. Эта подсистема реализует методику определения интегральной оценки состояния сложной системы взаимосвязанных первичных показателей [14].

Структура данных отображается в виде дерева. Листьями и ветвями (под деревьями) дерева можно представить, например, отрасли и подотрасли экономики. Каждый структурный элемент дерева связан с набором панелей, реализующих ряд функциональных возможностей, присущих соответствующему типу этого элемента. Например, для любого элемента рассчитывается интегральная оценка состояния процесса, а для элементов—листьев есть еще и возможность проанализировать данные с помощью реализованных методов и провести дополнительную обработку и анализ в подсистеме моделирования.

Предлагаемая подсистема обеспечивает поддержку следующих основных функциональных задач:

- текущее отслеживание динамики показателей состояния контролируемых процессов;
- нормализация данных по разработанной методике [14]
- интегральное и детализированное оценивание происходящих изменений;

- анализ закономерностей выявленных изменений и установления основных факторов влияния на них;

- выявление потенциально угрожающих явлений и тенденций развития;

- визуализация и документирование результатов.

В начальной версии программного обеспечения данные будут храниться в файлах формата .xls.

Данные каждой отрасли должны быть представлены на отдельном листе с помощью таблицы *Excel* (рис. 2).

Для взаимодействия разрабатываемой системы с *Excel*-таблицами разработан дополнительный компонент: *Excel Converter Tool (ECT)*. Главная задача *ECT*-компонента – конвертация *Excel* таблиц в *XML* файлы. Все компоненты системы взаимодействуют между собой и *Excel*-документами посредством *XML* представления.

Каждый компонент системы должен иметь средства логирования с возможностью конфигурации формата вывода логов и их уровней. Логирования может вестись на следующих уровнях:

Info; Debug; Error.

Для реализации проекта используется язык программирования *Java* версии 6.0. Все технологии, платформы и библиотеки, используемые при разработке проекта должны иметь лицензию, совместимую с общей публичной лицензией *GPL (General Public License)* [16].

Реализация системы должна обеспечить работу программного продукта на разных платформах операционных систем.

Заключение. Разработана действующая система оценки, анализа и прогнозирования экономических процессов для информационно-аналитической поддержки оперативных управленческих решений. Основные подсистемы: введение статистических данных; оценка и анализ произошедших изменений; построение, анализ и корректировка моделей; оперативное прогнозирование в реальном времени. В состав системы входят база данных и база моделей, которые могут храниться и редактироваться в формате *Excel*.

Система имеет интерфейс для табличного и графического анализа данных. Результаты моделирования и прогнозирования подаются системой графически и аналитически. Модели и прогнозы корректируются в реальном времени. Работу системы протестировано и апробировано на примерах текущего анализа состояния инвестиционной безопасности Украины.

Эффект от внедрения разработанной информационной технологии комплексного анализа социально-экономических процессов заключается в повышении эффективности и качества работы органов управления за счет выявления скрытых закономерностей развития социально-экономических процессов и соответствующего сокращения ложных или неэффективных управленческих решений на разных уровнях хозяйственного и государственного управления.

1. *Сытник В.Ф.* Системы поддержки принятия решений: Учеб. пособие. – К.: КНЭУ. 2004. – 614 с.
2. *Little I.D.C.* Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus // *Management Sci.*, 1970. – **16**. – N 8. – P. 166–185.
3. *Power DJ* Web-based and model-driven decision support systems: concepts and issues // *Americas Conf. on Inform. Syst.*, Long Beach, Calif., 2000. – P. 33–37.
4. *Edwards J.S.* Expert Systems in Management and Administration – Are they really different from Deci-

- sion Support Systems? // *European J. of Operational Research*. – 1992. – **61**. – P. 114–121.
5. *Turban E.* Decision support and expert systems: management support systems. – Englewood Cliffs. – N.J.: Prentice Hall, 1995. – 864 p.
6. *ЛОГОС* – ИАС поддержки принятия решений. – <http://www.ecsor.com.ua/>
7. *Кодекс:* Документооборот. – <http://www.kodeksdoc.ru/>
8. *Описание* платформы *Deductor*. – <http://www.basegroup.ru/deductor/>
9. *Самойленко А.А., Степашико В.С.* Система информационной поддержки принятия оперативных управленческих решений // *Моделирование и управление состоянием эколого-экономических систем региона: Сб. тр.* – К.: МНУЦиТС, 2008. – С. 211–219.
10. *Ивахненко А.Г., Степашико В.С.* Помехоустойчивость моделирования. – Киев: Наук. думка, 1985. – 216 с.
11. *Степашико В.С.* Комбинаторный алгоритм МГУА с оптимальной схемой перебора моделей // *Автоматика*. – 1981. – № 3. – С. 31–36.
12. *Samoilenko O., Stepashko V.* A method of Successive Elimination of Spurious Arguments for Effective Solution of the Search-Based Modelling Tasks. – Proc. of the II Inter. Conf. on Inductive Modelling ICIM-2008, 15–19 Sept. 2008, Kyiv, Ukraine. – К.: IRTC ITS NANU, 2008. – P. 36–39.
13. *Самойленко А.А., Степашико В.С.* Метод последовательного отсеивания неинформативных аргументов для эффективного решения переборных задач индуктивно моделирования // *УСиМ*. – 2013. – № 2. – С. 33–39, 46.
14. *Модели* расчета интегрального индекса для групп первичных экономических показателей / В.С. Степашико, И.М. Мельник, Т.К. Кваша и др. // *Научно-техническая информация*. – 2005. – № 2 (24). – С. 8–12.
15. *Савченко Е.А., Степашико В.С.* Анализ селективных свойств критериев МГУА при их последовательном применении // *Моделирование та керування станом еколого-економічних систем регіону: Зб. пр.* – К.: МННЦІТтаТС, 2008. – С. 199–210.
16. http://uk.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License

Поступила 26.08.2014
Тел. для справок: +38 097 928-1767 (Киев)
E-mail: soa0pga@gmail.com
© А.А. Самойленко, 2014