

На правах рукописи

Корниенко Анна Анатольевна

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОГИКО-
ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ЕЕ
ПРИМЕНЕНИЕ К АНАЛИЗУ ФИНАНСОВОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Специальность 05.13.01 -
Системный анализ, управление и обработка информации**

А в т о р е ф е р а т

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Томск - 2003

Работа выполнена на кафедре оптимизации систем управления
Томского политехнического университета

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор Ямпольский В.З.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Кочегуров В.А.

доктор технических наук,
профессор Цой Е.Б.

Ведущая организация: Томский государственный университет систем
управления и радиоэлектроники, г.Томск

Защита состоится " ____ " _____ 2003 г. в ____ часов в
ауд. 214 на заседании диссертационного совета Д 212.269.06 при
Томском политехническом университете по адресу: 634034, г. Томск, ул.
Советская, 84, институт "Кибернетический центр" ТПУ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Томского
политехнического университета по адресу: 634034, г. Томск, ул.
Белинского, 53.

Автореферат разослан " ____ " _____ 2003 г.

Ученый секретарь
диссертационного
совета Д 212.269.06
к.т.н., доцент

М.А. Сонькин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. По мере преобразования российской экономики в рыночную все более очевидным становится факт стремительного роста количества и разнообразия пользователей финансовой отчетности предприятий. Она нужна менеджерам предприятия, его инвесторам, акционерам и кредиторам, контролирующим органам. Все они нуждаются в данных финансовой отчетности для принятия решений относительно собственной деятельности, но многим из них нужны не столько количественные показатели, сколько аналитические оценки качественного характера. Однако при этом нельзя забывать обусловленность этих оценок состоянием экономики, спецификой отрасли и предприятия. Следует учитывать и различать влияние объективных и субъективных факторов на финансовую деятельность предприятия.

Таким образом, сами по себе финансовые показатели не имеют универсального значения, а для правильной интерпретации финансовой ситуации следует брать во внимание систему финансовых показателей (сегодня признанной считается система, включающая четыре группы коэффициентов: доходности; эффективности или оборачиваемости активов; ликвидности; финансовой устойчивости). Вместе с тем, нужны и некие стандарты для сравнения коэффициентов. На практике в качестве таких ориентиров рассматриваются: нормативный уровень; среднеотраслевой уровень; показатели аналогичных предприятий-конкурентов; те же показатели предприятия за прошлые годы. В стабильных условиях производственной деятельности коэффициенты варьируют в предсказуемых границах, но с течением времени эти границы не остаются неизменными и, значит, количественное содержание качественных оценок тоже меняется.

Лица, имеющие финансовый интерес к предприятию, нуждаются для принятия своих решений в оценке его будущего. Способы прогнозирования, основанные на предположении, что существующие тенденции сохранятся, не всегда справедливы даже в отношении ближайшего будущего из-за качественных изменений финансового состояния предприятий, меняющих их устремления и приоритеты, а также из-за изменений экономической среды, происходящих в России слишком часто.

Существует немало бухгалтерских программ, помогающих вести бухгалтерский учет и формировать отчетность, но функции анализа в этих системах не являются основными и слабо развиты. В результате и пользователь аналитических отчетов, и аналитик, имеют дело с большим объемом данных, обосновывающих аналитические выводы.

Учитывая уровень квалификации, необходимый аналитику и пользователю для выполнения анализа, сложность и трудоемкость качественного анализа финансовой отчетности, становится очевидным, что и

аналитик, и пользователь финансовой отчетности нуждаются в средстве автоматизации аналитической деятельности, способном осуществлять анализ в интересах конкретного пользователя на основе объективных данных, в соответствии с экономическими законами и в пределах нормативов, обусловленных состоянием экономики и спецификой отрасли и анализируемого предприятия.

Проблема, таким образом, заключается в необходимости теоретического исследования и разработки методов и алгоритмов, обеспечивающих возможность создания адаптируемых к состоянию экономики, к отраслевым и специфическим для предприятий условиям систем качественной оценки финансового состояния и финансовой динамики предприятий на основе объективных данных и в интересах различных категорий пользователей.

Объект исследования. Объектом исследования в работе являются предприятия как социально-экономические субъекты - "организации, преследующие извлечение прибыли в качестве основной цели своей деятельности" и реализующие свои экономические и социальные интересы путем удовлетворения результатами деятельности некоторой социальной потребности.

Цель работы и задачи исследования. Цель работы заключалась в том, чтобы путем анализа существующих концепций и методов изучения поведения найти способ адекватного описания и моделирования поведения социально-экономических субъектов для создания средств оценки и мониторинга качественных изменений финансового состояния и финансовой динамики предприятия. Реализация поставленной цели потребовала решения следующих задач.

1. Выявление специфики поведения социально-экономических систем на основе анализа существующих подходов к исследованию поведения, основных концепций и теорий поведения (в психологии, кибернетике, экономике).

2. Разработка, обоснование и исследование принципов, методов и алгоритмов логико-лингвистического моделирования финансового поведения и трансформаций поведения социально-экономических субъектов (предприятий).

3. Экспериментальная проверка и оценка эффективности предложенных решений путем разработки и применения прототипа экспертной системы для моделирования и оценки финансового состояния и финансовой динамики конкретных предприятий.

Методы исследования. В процессе решения поставленных исследовательских задач рассматривались и применялись методы теории управления, исследования операций и теории игр, методы синергетики и теории катастроф, методы теории алгоритмов и теории автоматов, методы

оптимизации, методы теории моделирования и теории принятия решений, методы теории нечетких множеств и нечеткой логики.

Научная новизна результатов исследования. Научную новизну диссертационной работы составляют следующие результаты:

- постановка проблемы оценки и прогнозирования эволюции социально-экономических субъектов на основе анализа форм и трансформаций их поведения;
- концепция моделирования, предусматривающая явное представление объективной и субъективной составляющих поведения социально-экономических субъектов;
- алгоритм идентификации системы многомерных предпочтений социально-экономического субъекта и его обоснование;
- метод классификации форм и трансформаций динамики состояния социально-экономических субъектов и его обоснование;
- прототип системы оценки финансового состояния и финансовой динамики предприятия, реализующий разработанные концепции, методы и алгоритмы.

Практическая ценность и реализация результатов исследования. Практически значимыми являются:

- принцип явного представления в модели объективной и субъективной составляющих поведения моделируемых социально-экономических субъектов;
- способ построения логико-лингвистической модели субъективной составляющей поведения и алгоритм идентификации многомерной системы предпочтений субъекта;
- метод классификации форм и трансформаций динамики состояния социально-экономических субъектов как инструмент оценки и прогнозирования стадий их эволюции.

Предложенные в работе концепция, принципы, методы и алгоритмы апробированы в процессе создания с использованием оболочки EXSYS прототипа экспертной системы оценки форм и трансформаций динамики состояния предприятия "Financial State and Dynamic Evaluation" (FSDE). Наиболее вероятными пользователями систем такого типа могут стать руководители и менеджеры высшего звена, инвесторы и акционеры.

Экспертная система FSDE была испытана на анализе данных финансовой отчетности трех предприятий различного профиля и принята одним из них в опытную эксплуатацию. Результаты исследования используются в учебном процессе кафедры "Оптимизации систем управления" Томского политехнического университета в преподавании курсов "Экспертные системы в экономике" и "Проектирование экспертных систем в экономике". Практическое использование результатов работы подтверждено соответствующими актами.

Основные положения и результаты, выносимые на защиту:

1. Анализ существующих подходов к исследованию поведения, основных концепций и теорий поведения, показавший необходимость явного представления объективной и субъективной компонент в моделях поведения социально-экономических систем.

2. Разработка, обоснование и исследование принципов, методов и алгоритмов логико-лингвистического моделирования финансового поведения социально-экономических субъектов (предприятий) и его трансформаций с использованием аппарата нечеткой логики, включая:

- постановку проблемы оценки и прогнозирования эволюции социально-экономических субъектов на основе анализа форм и трансформаций их поведения;

- концепцию моделирования, предусматривающую явное представление объективной и субъективной составляющих поведения социально-экономических субъектов;

- логико-лингвистическую модель социально-экономического субъекта, реализующую концепцию моделирования;

- алгоритм идентификации системы многомерных предпочтений социально-экономического субъекта и его обоснование;

- метод классификации форм и трансформаций динамики состояния социально-экономических субъектов и его обоснование.

3. Прототип экспертной системы оценки финансового состояния и финансовой динамики предприятий, реализующий разработанные концепции, методы и алгоритмы, и его применение для моделирования поведения и оценки финансового состояния и финансовой динамики конкретных предприятий.

Апробация результатов работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на IV Всероссийской конференции с международным участием "Новые информационные технологии в исследовании сложных структур" (г. Томск, 2002), на Всероссийском семинаре молодых ученых им. П.В. Копнина (г. Томск, 2002), на Всероссийской научно-практической конференции "Информационные модели в экономике" (г. Москва, 2003), на научных семинарах кафедры оптимизации систем управления Томского политехнического университета.

Публикации. Основное содержание работы отражено в 11 публикациях, в том числе в 8 статьях и 3 тезисах докладов.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех разделов (содержащих десять подразделов), заключения, списка литературы из 106 наименований и 4 приложений. Общий объем работы составляет 161 страницу, из них 51 страница – приложения, 9 страниц - список литературы. Основная часть диссертации иллюстрируется 14 рисунками и 5 таблицами.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность работы, формулируется проблема, цель и задачи исследования, показывается научная новизна и практическая значимость полученных результатов и дается характеристика структуры работы.

В разделе 1 "Основные подходы к изучению поведения" проведен анализ разработанных в различных отраслях знания (в психологии, кибернетике, экономике) подходов к исследованию и концепций поведения как такового, чтобы наметить перспективное направление для моделирования поведения социально-экономических систем. В результате анализа установлено следующее.

Общей чертой рассмотренных психологических теорий поведения является сосредоточенность на анализе отношения "субъект-среда" и стремление редуцировать это отношение к некоему объективному (равновесному) отношению, в котором субъект и среда становятся элементами новой целостности, где растворяется специфика и субъекта, и среды. Для социально-экономических же систем характерно понимание отношения со средой не как с нейтральной природой, а как с такими же социально-экономическими системами, составляющими окружение.

Сегодня к такому пониманию поведения и отношений системы со средой наиболее близка теория игр, особенно теория игр с противоположными интересами, но ее возможности ограничены требованием стабильности правил игры и одномерностью критерия игры. Реальные же отношения социально-экономических субъектов характеризуются неполнотой информации, неопределенностью, множественностью оценок эффективности, изменчивостью субординации критериев в зависимости от складывающейся ситуации.

Модели и методы синергетики и теории катастроф, позволяющие исследовать явления самоорганизации и трансформации поведения, весьма привлекательны и полезны в концептуально-методологическом плане, но их практическое применение в такой области, как экономика, крайне затруднено необходимостью точного описания динамики анализируемых потоков "вещества" и "энергии".

Изложенные соображения стали основанием для заключения о свойствах искомой модели социально-экономического субъекта: модель в явном виде должна представлять как предметный уровень динамики состояний социально-экономического субъекта и его отношений с окружающей средой, так и всё многообразие его существенных интересов и устремлений, обеспечивая одновременно возможность адаптивного формирования механизмов эффективной реализации его внутренних и внешних отношений.

В разделе 2 "Логико-лингвистическое моделирование поведения социально-экономических субъектов" разрабатывается способ построения комплексной модели поведения целеустремленного субъекта, способного к тактическому целеполаганию и соответствующей трансформации своего поведения на пути к осуществлению стратегической цели. Комплексная модель субъекта представляет собой единое целое, составленное из взаимосвязанных и взаимодействующих моделей объективной и субъективной компонент поведения, в одной из которых отражаются реальные состояния и возможности субъекта, а в другой - его субъективные предпочтения и устремления.

В подразделе 2.1 в качестве формальной модели объективной основы поведения социально-экономического субъекта предложено использовать характеристическую функцию $f(x(t),y(t),z(t),z(t+1))$ для описания динамики его состояния, где $x(t)$, $x(t) \in X$, - внешнее воздействие на субъекта, $y(t)$, $y(t) \in Y$, - собственная внешняя реакция субъекта, $z(t)$, $z(t) \in Z$, - состояние субъекта, в котором по закону f аккумулируется вся его история. В дискретном варианте функция f интерпретируется как система продукций, работающая с универсальной базой данных, а применительно к анализу финансовой деятельности субъекта $z(t)$ рассматривается в качестве данных финансовой отчетности на момент t . Пусть $u(t)=(x(t),y(t))$ - некий конкретный способ взаимодействия субъекта со средой (поведение). Тогда функция $f(x(t),y(t),z(t),z(t+1))$ преобразуется в функцию $f_u(z(t),z(t+1))=f(u(t),z(t),z(t+1))$, характеризующую динамику состояния субъекта, обусловленную его поведением $u(t)=(x(t),y(t))$ в отношении среды. Динамика состояния субъекта, описываемая функцией $f_u(z(t),z(t+1))$, названа в работе *формой* поведения субъекта, а эволюция динамики состояний субъекта представлена как последовательность форм и их *трансформаций*.

Связующим звеном между объективной динамикой состояния субъекта и его интересами и предпочтениями служит система критериев (показателей), в значениях которых интегрируются данные о состоянии и динамике системы, что позволяет субъекту судить о степени соответствия объективных процессов его субъективным предпочтениям и устремлениям. Пусть (c_1, \dots, c_m) - такой набор показателей (критериев), где каждый показатель c_i представляет собой частную характеристику некоторого аспекта состояния субъекта $z=(z_1, \dots, z_n)$ или его изменения, вычисляемую как функция $c_i=c_i(z)$, $i=1, \dots, m$. Нередко также возникает необходимость на основе ряда частных критериев (c_1, \dots, c_m) вывести интегральный показатель $c=c(c_1, \dots, c_m)$, учитывающий все аспекты состояния и поведения системы, отраженные в частных показателях. Однако при использовании показателей, контролирующих лишь состояние системы и его динамику, судить о характере взаимодействия субъекта со средой можно только косвенно.

Изложенные выше соображения позволяют рассматривать влияние факторов субъективности (предпочтений, устремлений) последовательно: в анализе текущего состояния субъекта и в анализе форм и трансформаций поведения субъекта. Определяющую роль в решении этих задач играют качественные методы оценки и анализа, поскольку качественный подход более соответствует человеческой практике и позволяет придать количественным характеристикам содержательное звучание.

В подразделе 2.2 в связи с этим разработана модель с использованием лингвистических переменных и шкал нечеткой логики Лотфи Заде для представления системы предпочтений и устремлений субъекта, основанных на критериях (показателях). Использование лингвистических шкал придает нечеткую дискретную форму создаваемой на их основе модели и задаче идентификации ее параметров, что позволяет применять комбинаторные методы поиска решений, но требует учета фактора неопределенности, порождаемого нечеткостью дискретных значений.

Пусть v_i - лингвистическая шкала, определенная на (базовой) шкале значений критерия c_i так, что $v_i = v_i(c_i)$ - это терм, вербально выражающий субъективную (качественную) оценку (количественного) значения критерия c_i . Тогда функция $w = w(v_1, v_2, \dots, v_m)$ выражает зависимость субъективной интегральной оценки w от частных оценок v_1, v_2, \dots, v_m . Поскольку оценки v_1, v_2, \dots, v_m , w субъективны, то характер зависимостей $v_i = v_i(c_i)$, $i = 1, \dots, m$, и $w = w(v_1, v_2, \dots, v_m)$ известен лишь оценивающему субъекту, в связи с чем возникает проблема идентификации этих представлений субъекта.

Обычно критерии, на основе которых социально-экономическим субъектом выводится общая оценка, по характеру влияния на эту оценку можно разделить на негативные, позитивные и медиальные: в зависимости от того, какое их значение является для субъекта наиболее предпочтительным - наименьшее, наибольшее или некое среднее. В таком случае, при наличии q медиальных факторов, существует единственное наилучшее состояние и 2^q , $q \in \{0, 1, \dots, m\}$, наихудших. Поэтому в дальнейшем предполагается, что для субъекта существует единственное наилучшее и, возможно, несколько наихудших состояний v , $v = (v_1, v_2, \dots, v_m)$. Для удобства предполагается также, что вербальные значения лингвистических шкал пронумерованы в соответствии с их линейной упорядоченностью числами $w \in \{0, 1, \dots, p\}$, и $v_i \in \{0, 1, \dots, p_i\}$, где p и p_i , $i = 0, 1, \dots, m$, равны степени 2. Тогда наилучшее состояние v получит оценку $w(v) = p$, а наихудшее - оценку $w(v) = 0$.

Будем называть множество $V = V_1 \times V_2 \times \dots \times V_m$, где $V_i \in \{0, 1, \dots, p_i\}$, $i = 0, 1, \dots, m$, пространством состояний субъекта.

Определение 2.1. Будем писать $v' \prec v''$ и говорить, что состояние v'' доминирует над состоянием v' (v'' более предпочтительно для субъекта, чем v'), если состояния v' и v'' различны и существует наихудшее состояние v^0

такое, что для состояний v' и v'' и наилучшего состояния v^P выполняются условия:

а) $(v'_i \in [v_i^0, v_i^P]) \& (v''_i \in [v_i^0, v_i^P])$ для каждого $i, i=1,2,\dots,m$;

б) $|v'_i - v_i^0| \leq |v''_i - v_i^0|$ для каждого $i, i=1,2,\dots,m$; или, что то же,

$|v'_i - v_i^P| \geq |v''_i - v_i^P|$ для каждого $i, i=1,2,\dots,m$.

Распределение меры предпочтения между несравнимыми по отношению доминирования состояниями у разных субъектов может быть различным, но в правильно построенной системе предпочтений оно должно быть непротиворечивым.

Определение 2.2. Функция оценки состояний $w(v)$ задана *непротиворечиво*, если для каждой пары v' и v'' оцененных состояний выполняется условие:

$$(2.2-1) ((v' \prec v'') \rightarrow (w(v') \leq w(v''))).$$

Если функция $w(v)$ задана непротиворечиво, то из (2.2-1) непосредственно следует:

$$(2.2-2) ((v' \prec v) \& (v \prec v'')) \rightarrow (w(v') \leq w(v) \leq w(v'')).$$

В частности, при равенстве значений $w(v')$ и $w(v'')$, из (2.2.-2) получаем соотношение:

$$(2.2-3) ((v' \prec v) \& (v \prec v'') \& (w(v') = w(v''))) \rightarrow ((w(v') = w(v) = w(v''))).$$

Пусть $V_w = \{v | v \in V, w(v) = w\}$. Пусть, кроме того, $\inf V_w$ и $\sup V_w$ - подмножества множества состояний V_w , не имеющих в V_w , соответственно, доминируемых и доминирующих состояний. Тогда справедливо следующее положение.

Утверждение 2.1. Для каждого состояния $v \in V_w$ найдется пара состояний (v', v'') таких, что $v \in [v', v'']$, $(v' \in \inf V_w)$, $(v'' \in \sup V_w)$, где либо $(v' \prec v'')$, либо $(v' = v'')$. Иначе говоря,

$$V_w = \{v | v \in [v', v''], v' \in \inf V_w, v'' \in \sup V_w, v' \prec v'' \text{ или } v' = v''\}.$$

Следствие 2.2. Множество точек, необходимое и достаточное для описания множества V_w интервалами $[v', v'']$, есть $\{\inf V_w \cup \sup V_w\}$.

Формально задача идентификации предпочтений субъекта заключается в разбиении множества состояний V субъекта на классы $V_w = \{v | v \in V, w(v) = w\}$, $w \in \{0, 1, 2, \dots, p\}$. Целью же процесса идентификации функции оценки состояний субъекта $w(v)$, $v \in V$, является стремление минимизировать число предъявляемых для оценки состояний. Возможность сокращения числа предъявляемых для оценки состояний возникает с учетом того, что при соблюдении условия непротиворечивости выставляемых оценок в данной задаче возможны два способа получения информации о значениях функции $w(v)$:

а) непосредственно - путем предъявления наблюдателю конкретных состояний v для оценки;

б) косвенно - путем использования отношения (2.2-3) с учетом ранее выставленных оценок.

Предложенный в работе для решения этой задачи алгоритм основан на последовательном сверху вниз иерархическом разбиении пространства состояний V по схеме двоичного поиска на подпространства с проверкой полученных подпространств на соответствие соотношению (2.2-3), позволяющему исключить удовлетворяющие (2.2-3) подпространства из последующего процесса тестирования. Важнейшую роль в сокращении процесса поиска и минимизации описания результатов идентификации играет включенная в состав алгоритма процедура объединения подпространств $A=[A',A'']$ и $B=[B',B'']$, оцененных одной и той же величиной w , основанная на предложенной и обоснованной в работе алгебре подпространств, представленной в следующей ниже таблице (1 в таблице означает выполнение условия посылки, а 0 - невыполнение).

№ правила	Посылки				Заключения
	$A' \in B$	$A'' \in B$	$B' \in A$	$B'' \in A$	
0	0	0	0	0	A и B не соединимы
1	0	0	0	1	$B \subseteq [B', A'']$
2	0	0	1	0	$B \subseteq [A', B'']$
3	0	0	1	1	$B \subseteq [A', A''] = A$
4	0	1	0	0	$A \subseteq [A', B'']$
5	0	1	0	1	$A'' = B''$
6	0	1	1	0	$A \subseteq [A', B''], B \subseteq [A', B'']$
7	0	1	1	1	$B \subseteq [A', A''] = A$
8	1	0	0	0	$A \subseteq [B', A'']$
9	1	0	0	1	$A \subseteq [B', A''], B \subseteq [B', A'']$
10	1	0	1	0	$A' = B'$
11	1	0	1	1	$B \subseteq [A', A''] = A$
12	1	1	0	0	$A \subseteq [B', B''] = B$
13	1	1	0	1	$A \subseteq [B', B''] = B$
14	1	1	1	0	$A \subseteq [B', B''] = B$
15	1	1	1	1	$A = B$

Утверждение 2.3. По завершении работы алгоритма идентификации функции оценки состояний результатом для каждого ее значения w , $w \in \{0, 1, 2, \dots, p\}$, является множество $\{\inf V_w \cup \sup V_w\}$.

Утверждение 2.3 с учетом следствия 2.2 позволяет по завершении работы алгоритма одновременно с решением получать оценку степени его отклонения от наилучшего. Результаты исследований алгоритма показали, что среднее значение отношения объема реального теста к минимальному для задачи не превышает 1.5, причем эффективность алгоритма возрастает с ростом мощности пространства состояний и с увеличением мощности минимального теста. Последнее же, как показали испытания, имеет место в задачах, где интегральная оценка формируется как взвешенная сумма частных оценок с близкими по величине весовыми коэффициентами.

В подразделе 2.3 характеристика взаимосвязи динамики общего и частных качественных показателей, обусловленной изменениями количественных характеристик состояния, представлена формулой

$$(2.3-4) \quad \delta w = w(v + \delta v) - w(v),$$

где δw - изменение интегральной оценки при переходе из состояния v , $v = (v_1, \dots, v_m)$, в состояние $(v + \delta v)$, $\delta v = (\delta v_1, \dots, \delta v_m)$ - вектор изменений компонент состояния v , необходимых для перехода в состояние $(v + \delta v) = (v_1 + \delta v_1, \dots, v_m + \delta v_m)$.

Существование субъекта формально интерпретировано в терминах исследования операций как устремленное к наилучшему для субъекта состоянию движение, основанное на поиске максимума нелинейной функции при нелинейных ограничениях по методу штрафных функций с выбором направления движения по методу скорейшего подъема.

Из определения отношения доминирования с очевидностью следует, что

$$(2.3-5) \quad (v \prec (v + \delta v)) \rightarrow (\delta w = w(v + \delta v) - w(v) \geq 0).$$

Иначе говоря, если изменение состояния v представляет собой переход в доминирующее над ним состояние $(v + \delta v)$, то интегральная оценка не может ухудшиться. Такое изменение δv состояния субъекта названо *положительным*, если при этом выполняется левая часть импликации (2.3-5), и *неотрицательным*, если выполняется только ее правая часть. Соответственно, переход из состояния v в доминируемое им состояние $(v + \delta v)$ не может улучшить интегральную оценку и в этом случае справедливо соотношение

$$(2.3-6) \quad ((v + \delta v) \prec v) \rightarrow (\delta w = w(v + \delta v) - w(v) \leq 0).$$

Такое изменение δv состояния субъекта названо *отрицательным*, если при этом выполняется левая часть импликации (2.3-6), и *неположительным*, если выполняется только ее правая часть.

Тогда можно сказать, что динамика состояния субъекта: *устойчиво положительна* (*устойчиво отрицательна*), если каждое изменение состояния субъекта положительно (отрицательно); *устойчиво неотрицательна* (*устойчиво неположительна*), если каждое изменение состояния субъекта положительно или неотрицательно (отрицательно или неположительно); *неустойчива* - в остальных случаях. На основе этих признаков дано определение пяти типов динамики, характеризующих качественно различные стадии эволюции социально-экономических субъектов:

тип 0 - *устойчиво отрицательная динамика* (выполняются левая и правая части формулы 2.3-6);

тип 1 - *устойчиво неположительная динамика* (выполняется правая часть формулы 2.3-6);

тип 2 - *неустойчивая динамика* (выполняются правые части обеих формул 2.3-5 и 2.3-6);

тип 3 - *устойчиво неотрицательная динамика* (выполняется правая часть формулы 2.3-5);

тип 4 - *устойчиво положительная динамика* (выполняются левая и правая части формулы 2.3-5).

В обыденной речи эти типы систем обычно характеризуются, соответственно, как обреченные, деградирующие, застойные, преуспевающие, прогрессирующие, или иными словами с аналогичным смыслом.

В разделе 3 "Логико-лингвистическое моделирование финансового состояния и финансовой динамики предприятия" разработанные в разделе 2 методология построения логико-лингвистической модели и методы оценки поведения социально-экономических субъектов применены для построения системы качественного анализа и оценки финансового состояния и финансовой динамики предприятия. В качестве первичных данных о финансовой деятельности предприятия служат балансовый отчет и отчет о прибылях и убытках, представляющие собой необходимый и достаточный свод данных для оценки как статистики предприятия, так и его динамики.

В качестве компонент, характеризующих состояние z , были отобраны следующие статьи балансового отчета и отчета о прибылях и убытках, позволяющие вычислять все необходимые показатели, используемые для оценки финансового состояния и финансовой динамики предприятия:

z_1 – постоянные, или внеоборотные, активы (строка 190 баланса);

z_2 – текущие, или оборотные, активы (строка 290 баланса),

z_{21} – денежные средства и краткосрочные вложения (сумма строк 250, 260 баланса),

z_{22} – дебиторская задолженность (сумма строк 230, 240 баланса),

z_{23} – запасы (строка 210 баланса);

- z_3 – собственный капитал (строка 490 баланса),
 - z_{31} – уставной капитал (строка 410 баланса),
 - z_{32} – добавочный капитал (строка 420 баланса),
 - z_{33} – резервный капитал (строка 430 баланса),
 - z_{34} – нераспределенная прибыль и фонды (сумма строк с 440 по 480 баланса);
- z_4 – долгосрочные обязательства (строка 590 баланса);
- z_5 – краткосрочные обязательства (строка 690 баланса);
- z_6 – выручка от реализации (строка 010 отчета о прибылях и убытках);
- z_7 – чистая прибыль (строка 170 отчета о прибылях и убытках).

Выбранные критерии в соответствии со смысловой нагрузкой, которую они несут, разделены на три группы:

1. Критерии оценки финансового состояния предприятия в краткосрочной перспективе;
2. Критерии оценки финансовой устойчивости предприятия в долгосрочной перспективе;
3. Критерии оценки деловой активности предприятия.

В *первую группу* критериев отнесены показатели ликвидности и платежеспособности, характеризующие финансовое состояние предприятия в краткосрочной перспективе:

- коэффициент абсолютной ликвидности (K_{AL})

$$c_1 = \frac{z_{21}}{z_5};$$

- коэффициент быстрой ликвидности (K_{BL})

$$c_2 = \frac{z_{21} + z_{22}}{z_5};$$

- коэффициент текущей ликвидности (K_{TL})

$$c_3 = \frac{z_{21} + z_{22} + z_{23}}{z_5}.$$

С помощью *второй группы* критериев оценивается стабильность деятельности предприятия, его финансовая структура, зависимость от кредиторов и инвесторов:

- коэффициент финансовой независимости ($K_{ФН}$) - доля собственного капитала в источниках средств

$$c_4 = \frac{z_3}{z_3 + z_4 + z_5};$$

- коэффициент финансовой независимости капитализированных источников ($K_{ФНКИ}$) - доля собственного капитала в долгосрочных источниках

$$c_5 = \frac{z_3}{z_3 + z_4};$$

- коэффициент структуры покрытия долгосрочных вложений ($K_{ДСр}$) - доля постоянных активов, оплаченных из долгосрочных займов

$$c_6 = \frac{z_4}{z_1};$$

- коэффициент структуры покрытия краткосрочных вложений ($K_{КрСр}$) - доля текущих активов, оплаченных из краткосрочных займов

$$c_7 = \frac{z_5}{z_2}.$$

Первая и вторая группы показателей характеризуют предприятие в статике, его состояние на данный момент.

Широко распространенным способом оценки динамики предприятия является анализ деловой активности предприятия, когда рассматриваются оценки темпов роста основных показателей, а также эффективности использования ресурсов. В связи с этим для анализа деловой активности выбрано соотношение темповых показателей, называемое в литературе "золотым правилом экономики предприятия":

$$1 < \frac{z_1(t) + z_2(t)}{z_1(t-1) + z_2(t-1)} < \frac{z_6(t)}{z_6(t-1)} < \frac{z_7(t)}{z_7(t-1)}$$

Но входящие в "золотое правило" показатели в приведенном выше его виде не вполне соответствуют обычно используемым при оценке развития предприятия, кроме того, и само правило в полном его объеме не всегда выполнимо, а некоторые из используемых в правиле показателей способны принимать бесконечные значения. Поэтому путем простых преобразований "золотое правило" сведено к требованию одновременно положительных значений *третьей группы* критериев:

$$c_8 = \frac{z_1(t) + z_2(t) - z_1(t-1) - z_2(t-1)}{z_1(t-1) + z_2(t-1)};$$

$$c_9 = \frac{z_6(t)}{z_1(t) + z_2(t)} - \frac{z_6(t-1)}{z_1(t-1) + z_2(t-1)};$$

$$c_{10} = \frac{z_7(t)}{z_6(t)} - \frac{z_7(t-1)}{z_6(t-1)}.$$

Одновременное положительное значение всех трех введенных критериев означает одновременное наличие роста масштабов деятельности, ресурсоотдачи и рентабельности продаж предприятия, что влечет за собой, как можно показать, ускоренный рост чистой прибыли. Пофакторное представление критериев оценки темпов развития предприятия позволяет не только рассматривать и оценивать ситуации, не удовлетворяющие "золотому правилу", но и выявлять причины, снижающие темпы его роста и развития.

Результаты, полученные в третьем разделе, были реализованы при создании и применении исследовательского прототипа экспертной системы «Financial State and Dynamic Evaluation» (FSDE). При испытаниях FSDE было установлено, что использование лингвистических шкал для представления критериев позволяет сделать логику экспертной системы независимой от отрасли и масштабов деятельности предприятия за счет возможности соответствующей перенастройки лингвистических шкал экспертной системы. Оценочные суждения экспертной системы при этом близки по форме к естественной речи, что делает анализ финансовой отчетности доступным широкому кругу пользователей.

В разделе 4 "Экспертная система качественного анализа финансового состояния и финансовой динамики предприятия" представлены результаты применения экспертной системы качественного анализа финансового состояния и финансовой динамики предприятия, реализующей концепции, методы и алгоритмы, изложенные в предыдущих разделах, к анализу финансового состояния и финансовой динамики конкретных предприятий с использованием данных их традиционной финансовой отчетности.

Алгоритм идентификации предпочтений субъекта реализован в среде Delphi 5.0 в "Модуле извлечения экспертных знаний". С помощью этого программного модуля были получены зависимости интегральных качественных оценок от частных качественных оценок количественных показателей (критериев) и использованы для построения правил экспертной системы «Financial State and Dynamic Evaluation» (FSDE). Экспертная система FSDE создана с использованием оболочки ExSys 5.0, обеспечивающей возможность построения и применения правил нечеткой логики в форме продукций «ЕСЛИ-ТО». Встроенный графический редактор оболочки позволяет создавать и настраивать лингвистические переменные соответственно специфике отрасли и предприятия, а возможность задания степеней уверенности для результатов выполнения правил позволяет адаптировать правила экспертной системы к изменениям экономической среды. Возможность использования как нечетких, так и четких вычислений, позволяет формировать как качественные, так и количественные оценки.

Экспертная система реализована в виде двух модулей, первый из которых формирует качественную оценку финансового состояния предприятия (расчет количественных значений и качественных оценок показателей ликвидности, финансовой независимости предприятия и степени финансирования отдельных видов активов из заемных средств, а также формирование интегральных качественных характеристик по группам показателей). Второй модуль формирует количественные и качественные оценки темповых показателей (темпов изменения масштабов деятельности, ресурсоотдачи и рентабельности продаж) предприятия, что дает возможность определять тип динамики предприятия. Входными данными для обоих модулей являются статьи обычно используемых для анализа финансовой деятельности балансового отчета и отчета о прибылях и убытках.

Система FSDE была использована для анализа данных финансовой отчетности трех предприятий различного типа. На протяжении всего процесса традиционного финансового анализа (при подборе и обработке данных, ознакомлении с отчетами) как аналитикам, так и конечным пользователям финансовой отчетности приходится иметь дело с разнообразными числовыми данными в больших объемах. Присутствие в аналитическом отчете предприятия граф, раскрывающих смысл, расчетные формулы и нормативные значения для показателей («Что показывает», «Как рассчитывается», «Рекомендуемые значения»), свидетельствует о сложности использования традиционных аналитических отчетов.

Применение экспертной системы FSDE в сравнении с традиционным способом финансового анализа выявило ряд ее достоинств и предоставляемых ею новых возможностей, свидетельствующих о необходимости и полезности использования в анализе финансового состояния и финансовой динамики предприятий систем, подобных FSDE, обеспечивающих системность, компактность и обозримость результатов анализа финансовой отчетности.

В заключении подведены итоги и намечены перспективные направления развития исследований.

В приложениях представлены: результаты испытаний и оценки эффективности алгоритма идентификации системы предпочтений субъекта (приложение 1); данные, касающиеся реализации (приложение 2) и применения (приложение 3) экспертной системы качественного анализа финансового состояния и финансовой динамики предприятия; акты о внедрении полученных в работе результатов (приложение 4).

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Анализ существующих подходов к исследованию поведения, основных концепций и теорий поведения, показавший необходимость явного представления объективной и субъективной компонент в моделях поведения социально-экономических систем.

2. Разработка, обоснование и исследование принципов, методов и алгоритмов логико-лингвистического моделирования финансового поведения социально-экономических субъектов (предприятий) и его трансформаций с использованием аппарата нечеткой логики, включая:

- постановку проблемы оценки и прогнозирования эволюции социально-экономических субъектов на основе анализа форм и трансформаций их поведения;

- концепцию моделирования, предусматривающую явное представление объективной и субъективной составляющих поведения социально-экономических субъектов;

- логико-лингвистическую модель социально-экономического субъекта, реализующую концепцию моделирования;

- алгоритм идентификации системы многомерных предпочтений социально-экономического субъекта и его обоснование;

- метод классификации форм и трансформаций динамики состояния социально-экономических субъектов и его обоснование.

3. Прототип экспертной системы оценки финансового состояния и финансовой динамики предприятий, реализующий разработанные концепции, методы и алгоритмы, и его применение для моделирования поведения и оценки финансового состояния и финансовой динамики конкретных предприятий.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Корниенко А.А., Ямпольский В.З. Применение логико-лингвистического моделирования в анализе состояния экономических субъектов. // Информационные модели экономики / Сб. трудов Всероссийской науч.-практ. конф. – М.: МГАПИ, 2003. - С. 113-117.
2. Корниенко А.А., Ямпольский В.З. Логико-лингвистическое моделирование форм и трансформаций поведения экономических субъектов. // Информационные модели экономики / Сб. трудов Всероссийской науч.-практ. конф. – М.: МГАПИ, 2003. - С. 107-113.
3. Корниенко А.А., Корниенко А.В. Метод выявления экспертных диагностических знаний о поведении целеустремленных объектов / Вестник ТГУ. Приложение №1 (II). Доклады IV Всероссийской конференции с международным участием «Новые информационные

- технологии в исследовании сложных структур». – Томск: Изд-во ТГУ, 2002 г. – С.154-156.
4. Корниенко А.А. Лингвистическая модель поведения потребителя в условиях многокритериального выбора // Экспертные системы в экономике. Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 2002. - С. 101-110.
 5. Корниенко А.А., Никитина Ю.А. Концептуально-методологические основы прогнозирования путей эволюции социальных систем // III Копнинские чтения/ Сб. трудов международной конференции. – Томск: Изд-во ТГУ, 2003. - С. 123-138.
 6. Корниенко А.А., Никитина Ю.А. Коэволюционно-инновационная стратегия как основополагающий принцип реформирования // Известия ТПУ. Вып. 7. «Сибирь в евразийском пространстве». - : Томск: Изд-во ТПУ, 2002. - С. 185-190.
 7. Корниенко А.А., Никитина Ю.А. Коэволюционная инноватика как основа разрешения эволюционных кризисов социальных систем // Философские проблемы воспитания молодежи. Труды межрегиональной научно-практической конференции. – Томск: Филиал ТПУ в г.Юрга, 2002. – С.52-54.
 8. Корниенко А.А., Никитина Ю.А. Синергетика образного и логического в становлении форм поведения // Всероссийский семинар молодых ученых им. П.В. Копнина. Сессия 1 / Сб. Научных трудов.- Томск: Изд-во ТГУ, 2002 г. – С.133-138.
 9. Корниенко А.А., Никитина Ю.А. Кризисы и инновации в развитии социально-экономических систем // Современная техника и технологии / Материалы VI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых преподавателей. - Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – С. 451-452.
 10. Корниенко А.А., Корниенко А.В. Коэволюционная сущность и типология поведения социальных систем // Методология науки. Вып. IV. - Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000. – С.92-98.
 11. Корниенко А.А., Ямпольский В.З. Принятие решений о кредитовании предприятий на основе анализа рыночной стоимости активов и влияния финансового и производственного рычагов // Человек, рынок, образование на рубеже XXI века / Материалы Международной научно-практической конференции. - Томск: Изд-во ТПУ, 1999. - С.245-246.

Подписано к печати 2003. Формат 60×84/16. Бумага офсетная №1.
Печать RISO. Усл.печ.л. 1,11. Уч.-изд. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № .
ИПФ ТПУ. Лицензия ЛТ №1 от 18.07.94. Типография ТПУ.
634034, Томск, пр. Ленина, 30.