

Литература

1. Назаров А.В., Лоскутов А.И. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем. – СПб.: Наука и техника, 2003. – 384 с.
2. Скатков А.В. Модели информационного покрытия произвольных областей регулярными структурами / Скатков А.В., Быков А.В. // Вісник технологічного університету Поділля. – 2004. – № 2. – Ч.1. – Т. 2(60). – С. 54 – 58.
3. Шапорин Р.О. Задачи оптимизации сетей // Труды Одесского политехнического университета. – 1999. – № 2(8). – С. 133 – 134.
4. Красножон С.Н. Имитационное моделирование повреждений и отказов сложных технических систем с регулярной структурой: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.13.06. – Одесса, ОНПУ, 2005. – 164 с.
5. Додонов А.Г. Введение в теорию живучести вычислительных систем / Додонов А.Г., Кузнецова М.Г., Горбачик Е.С. – Киев: Наук. Думка, 1990. – 184 с.
6. Буфалов С.А. Учет когнитивности – критерий полноты моделей самоорганизации в социуме / Буфалов С.А., Бухтяк М.С., Пойзнер Б.Н. – Томск: Томский государственный университет, 2003. – 128 с.
7. Методы классификации и прогнозирования. Нейронные сети. – Интернет-Университет Информационных Технологий (http://www.intuit.ru/department/database/datamining/11/datamining_11.html).

УДК 65.011.56 (004.02)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ В СИСТЕМЕ АНАЛИЗА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ СФЕРЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

**Христиановский В.В., канд. эконом. наук, доцент, Бабосюк Н.А.
Донецкий национальный университет, г. Донецк**

В работе рассматривается разработка алгоритмов нечеткой логики в рамках системы мониторинга экономической деятельности предприятий сферы телекоммуникаций и связи Украины.

This article is dedicated to fuzzy logic algorithms of economic activity monitoring system used in the field of telecommunications.

Ключевые слова: мониторинг деятельности предприятия, экономический анализ, нечеткий вывод.

Новые технологии являются главной движущей силой в дополнение к существующим силам мирового рынка. Однако, в настоящее время технология может являться и сдерживающим фактором: отсутствие способности к взаимодействию средств автоматизации делает нерациональной ее реализацию. Это обусловлено взрывным расширением ИТ, в результате чего стандартизация продуктов не успевает за техническими стандартами. С другой стороны, в результате более активной маркетинговой деятельности и успехов в распространении ИП, захвата большой рыночной доли какой-либо компанией, ее продукт становится стандартом для всех остальных.

Еще одной тенденцией развития информационных технологий является глобализация информационного бизнеса. Теоретически любой человек (или фирма) является сегодня возможным потребителем информации. Поэтому возможности информационного рынка по-прежнему являются беспредельными, хотя и существует довольно жесткая конкуренция между основными производителями. К традиционно сильным производителям, таким, как США, Япония, Франция, Великобритания и ФРГ, в последние годы добавились фирмы Австралии, Южной Кореи, Тайваня, Сингапура и др. Одной из главных причин интенсификации мировой конкуренции является распространение спроса на конкретные виды ИТ в мировом масштабе. Можно сказать, что, несмотря на различие рынков, продукция, пользующаяся спросом в Америке, фактически аналогична той продукции, на которую существует спрос в Японии и Европе. Наличие пяти основных факторов обуславливает этот процесс: различный уровень знаний в области ИТ, определяющий темпы ее распространения, которые варьируют в широких пределах в зависимости от сферы применения и от особенностей страны; соотношение "стоимость - эффективность" ИТ; правительственная поддержка; стандартизация; сравнительные достоинства сосуществующих и взаимозаменяемых технологий.

Глобальный процесс активного формирования и широкомасштабного использования информационных ресурсов ведет за собой развитие информационной инфраструктуры в обществе. На украинском рынке телекоммуникаций присутствуют как предприятия-монополисты государственных масштабов, так

и более мелкие предприятия регионального, городского, районного уровня. Спрос среди населения на телекоммуникационные услуги, внедрение передовых информационных технологий обуславливает постоянный рост предприятий сферы телекоммуникаций. Это в свою очередь обуславливает их инвестиционную привлекательность на данном этапе развития рынка. Для инвесторов важно оценить стабильность и перспективность предприятия, что в свою очередь требует оценки основных экономических характеристик, а так же создает необходимость построения прогноза деятельности предприятия как краткосрочного, так и долгосрочного. Таким образом, разрабатываемая система является актуальной: она позволит исключить человеческий фактор, что в свою очередь увеличит точность модели [1].

Ранее разработанные аналоги систем мониторинга строят прогноз на будущие периоды, используя для этой цели одну или несколько экономических моделей. Недостатком такого подхода является степень объективности этих моделей, построенных на различных, часто противоречащих друг другу экономических теориях. Объективность моделирования может быть определена только путём сравнения результатов прогноза с реальными экономическими показателями, однако, так как экономическая среда не является статичной, то откалиброванные и верные в текущей ситуации, модели могут быть эффективными в будущих периодах.

Таким образом, целью работы является разработка системы мониторинга, аудита экономической деятельности предприятия, а так же прогнозирования развития предприятия в условиях современного рынка с использованием механизмов динамической калибровки моделей и с применением элементов искусственного интеллекта.

В процессе работы над системой сформулированы следующие задачи:
изучить особенности экономического анализа с учетом ранее используемых подходов;
систематизировать и формализовать различные подходы к анализу деятельности предприятия;
разработать математическую модель системы мониторинга и прогнозирования;
на основе математической модели и с использованием современного математического и программного инструментария разработать программный продукт, который позволит управлять математической моделью, изменять ее, проводить эксперименты на реальных данных;
провести исследования эффективности и производительности работы разработанной системы.

В основу системы положен анализ основных групп экономических показателей (всего 57 показателей):

- группа показателей имущественного состояния предприятия;
- группа показателей деловой активности;
- группа показателей финансовой устойчивости;
- ликвидности, рентабельности;
- группа показателей позиции предприятия на рынке ценных бумаг.

Для оценки показателей использован инструментарий нечеткой логики, в том числе и процесс нечеткого вывода. Данная методика выбрана для формализации относительных значений показателей, а так же для сведения показателей к безразмерным величинам, что позволит в дальнейшем их сравнивать и оценивать.

Для построения математической модели системы выполнены все этапы нечеткого вывода:
формирование базы правил;

- фаззификация входных переменных;
- агрегирование подусловий методом логической конъюнкции;
- активизация подзаклучений с учетом весовых коэффициентов правил;
- аккумуляирование подзаклучений (объединение нечетких множеств, см. рис. 1);
- дефаззификация методом правого модального значения.

На примере группы показателей имущественной состоятельности рассмотрим все этапы нечеткого вывода исследуемой системы. В группу имущественной состоятельности входят следующие показатели:

- часть оборотных производственных фондов в оборотных средствах;
- часть основных средств в активах;
- коэффициент износа основных средств;
- коэффициент обновления основных средств;
- часть долгосрочных финансовых инвестиций в активах;
- часть оборотных производственных фондов;
- часть оборотных производственных фондов в оборотных средствах;
- коэффициент мобильности активов.

На первом этапе входными лингвистическими переменными выступают данные экономических показателей предприятия, которые рассчитываются на основе финансовой отчетности. В рассматриваемом примере рассчитываются все восемь показателей имущественного состояния предприятия.

Расчеты проводились на реальных данных, на основе финансовой отчетности ОАО «Укртелеком» поквартально за период 2007-2008 гг. Следовательно, в рассматриваемом примере количество рассматриваемых периодов равно восьми.

Все рассматриваемые аналитические показатели финансового состояния предприятия анализируются по различным критериям. Эти критерии оценивают динамику роста показателей во времени. Таким образом, для того, чтобы оценить исследуемые показатели, необходимо проследить тенденцию изменения значений в различные периоды времени, но порой это становится затруднительным: аналитическая оценка значений коэффициентов не будет показательной, т.к. для крупного предприятия изменение коэффициента ликвидности на сотую долю не изменит общую картину ликвидности предприятия, а для предприятия малого бизнеса может стать свидетельством роста неликвидности, что в дальнейшем может привести к неспособности выплаты обязательств предприятия.

Для того чтобы проследить изменение динамики показателей с учетом масштабов предприятия, рассчитывается ряд относительных показателей. Рассчитывается скользящее среднее, как среднее арифметическое между соседними значениями показателя за рассматриваемые периоды. Для того, чтобы оценить динамику показателя, исследуются значения изменения скользящего среднего (B_t), вычисляемого как разность между скользящими средними за соседние периоды времени.

Модель формализована в терминах нечеткой логики. Определим выходные лингвистические переменные и тип функции принадлежности.

Выходные лингвистические переменные:

L1 – Имущественная состоятельность предприятия.

L1 = {«Предприятие имущественно состоятельно», «Предприятие имущественно несостоятельно»}.

L2 – Деловая активность предприятия.

L2 = {«Предприятие обладает высокой деловой активностью», «Предприятие не обладает высокой деловой активностью»}

L3 – Рентабельность предприятия.

L3 = {«Предприятие рентабельно», «Предприятие нерентабельно»}

L4 – Финансовая устойчивость предприятия.

L4 = {«Предприятие финансово устойчиво», «Предприятие финансово неустойчиво»}

L5 – Ликвидность предприятия.

L5 = {«Предприятие ликвидное», «Предприятие неликвидное»}.

L6 – Позиция предприятия на рынке ценных бумаг.

L6 = {«Предприятие имеет высокие позиции на рынке ценных бумаг», «Предприятие имеет невысокие позиции на рынке ценных бумаг»}.

Таким образом, рассчитав показатели финансового состояния предприятия, на выходе получаем результаты на уровне групп показателей, например, для показателя имущественной состоятельности предприятия после проведения всех этапов логического вывода получим ответ «предприятие имущественно состоятельно» или же «предприятие имущественно несостоятельно».

Далее в рамках примера рассмотрим L1 – имущественную состоятельность предприятия.

В качестве входных лингвистических переменных выступают все показатели группы имущественно-го состояния. Обозначим их N_1-N_8 . Пусть N_1 – часть основных средств в активах. Тогда $T(N_1) = \{\text{«возрастает»}, \text{«неизменно»}, \text{«убывает»}\}$.

Пусть d – точность модели, т.е. если $|B_t - B_{t-1}| < d$, то тренд изменения скользящего среднего считается не изменяющимся. B_t – текущее значение показателя изменения скользящего среднего для части основных средств в активах.

$$E = [-M, M], \quad (1)$$

где $M = \text{MAX}(|B_t; B_{t+1} \dots|) + d(1+k)$, k – модификатор ширины фаззи-диапазона.

Изучив входные переменные, было принято решение в качестве функций принадлежности использовать трапецевидную функцию.

Учитывая область определения модели E и вид функции $\mu(x)$, можно выделить ключевые точки функций принадлежности: a, b, c, d , такие, что $\mu_{(A)}(x) = \mu_{(D)}(x) = 0$, $\mu_{(B)}(x) = \mu_{(C)}(x) = 1$, $a \leq b \leq c \leq d$.

Расчет ключевых точек выполняется следующим образом (см. табл.1.):

Таблиця 1 – Расчет данных для построения трапециевидной функции принадлежности с учетом точности модели и коэффициента фаззификации

Термы для изменения тренда скользящего среднего части основных средств в активах	A	B	C	D
Убывает	$-d*(1-k)$	$-d*(1+k)$	-M	-M
Неизменно	$-d*(1+k)$	$-d*(1-k)$	$d*(1-k)$	$d*(1+k)$
Возрастает	$d*(1-k)$	$d*(1+k)$	M	M

Рассмотрим представление функции на примере показателя части основных средств в активах (см. табл. 2 и рис. 1):

Таблиця 2 – Данные для построения функции принадлежности изменения тренда скользящего среднего части основных средств в активах

Термы	Ключевые точки для построения функции принадлежности изменения тренда скользящего среднего части основных средств в активах					
	-M	a	b	c	d	M
Убывает	-0,099	-0,08	-0,03	0,025	0,08	0,0986
Неизменно	-0,099	-0,08	-0,025	0,025	0,08	0,0986
Возрастает	-0,099	-0,08	-0,03	0,025	0,08	0,0986

$k=0,5; d=0,05$.

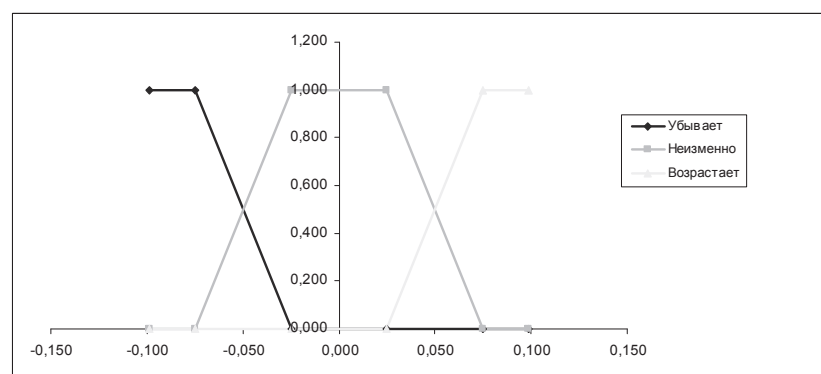


Рис. 1 – Функция принадлежности для изменения тренда скользящего среднего части основных средств в активах

Следующим этапом нечеткого вывода является формирование базы правил. Выдержка из базы правил приводится ниже:

1. «Если» Часть основных средств в активах убывает,
 «И» Коэффициент износа основных средств убывает,
 «И» Коэффициент обновления основных средств возрастает,
 «То» Предприятие имущественно состоятельно (0.8)
2. «Если» Часть основных средств в активах возрастает,
 «И» Коэффициент износа основных средств возрастает,
 «И» Коэффициент обновления основных средств убывает,
 «То» Предприятие имущественно несостоятельно (0.8)
3. «Если» Часть основных средств в активах неизменно и часть основных средств в активах i_{-1} убывает,
 «И» Коэффициент износа основных средств убывает,
 «И» Коэффициент обновления основных средств возрастает
 «Или»

Часть основных средств в активах убывает,
 «И» Коэффициент износа основных средств i неизменно и коэффициент износа основных средств i_{-1} убывает,

«И» Коэффициент обновления основных средств возрастает
 «Или»
 Часть основных средств в активах убывает,
 «И» Коэффициент износа основных средств убывает,
 «И» Коэффициент обновления основных средств i неизменно и коэффициент обновления основных средств $i-1$ возрастает
 «То» Предприятие имущественно состоятельно (0.7),
 где i -период, за который рассматривается изменение тренда скользящего среднего; в скобках указаны весовые коэффициенты правил $F_j \in [0,1]$, j – номер правила.
 Рассмотрим дальнейшие этапы нечеткого вывода на реальных данных (см. табл. 3):

Таблица 3 – Данные части основных средств в активах для ОАО «Укртелеком» за период 1 квартала 2007 г.- 4 квартала 2008 г

Периоды	Часть основных средств в активах	Скользящее среднее части основных средств в активах	Изменение скользящего среднего части основных средств в активах, B_t
1 квартал 2007	0,690102949	0,68085845	
2 квартал 2007	0,671613949	0,67601263	-0,00484582
3 квартал 2007	0,680411303	0,69823183	0,02221921
4 квартал 2007	0,716052365	0,71605237	0,01782053
1 квартал 2008	0,716052365	0,72152056	0,00546819
2 квартал 2008	0,726988752	0,74510365	0,02358310
3 квартал 2008	0,763218556	0,75825183	
4 квартал 2008	0,753285106		

Фаззификация – процесс нахождения значений функции принадлежности нечетких множеств на основе обычных (не нечетких) исходных данных. Целью фаззификации является установление соответствия между конкретным значением отдельной входной переменной системы нечеткого вывода и значением функции принадлежности соответствующего ей терма входной лингвистической переменной [2].

По данным из таблицы 3 были рассчитаны значения функций принадлежности за все рассматриваемые периоды (см рис. 1 и табл. 4). Например, для значения $B_t = -0,00484582$ $\mu(B_t) = 1$.

Таблица 4 – Фаззификация по данным изменения скользящего среднего части основных средств в активах

Период, i	Выходные лингвистические переменные		
	Убывает	Неизменно	Возрастает
1	0	1	0
2	0	1	0
3	0	1	0
4	0	1	0
5	0	1	0

Следующий этап нечеткого вывода – агрегация. Это процедура определения степени истинности условий по каждому из правил системы нечеткого вывода [2]. Как видно из примера в базе присутствуют правила вида:

Правило № 1: «Если» “ β_1 есть α ” «И» “ b_2 есть α ” «То» “ b_3 есть γ ”
 или

Правило № 2: «Если» “ β_1 есть α ” «Или» “ β_2 есть α ” «То» “ β_3 есть γ ”.

В случае, если условие правила состоит из нескольких подусловий рассмотренного выше типа, причем лингвистические переменные в подусловиях попарно не равны друг другу, то определяется степень истинности сложного высказывания на основе известных значений истинности подусловий [2]. При этом для определения результата нечеткой конъюнкции (связка “И”) использована формула

$$M(A \wedge B) = \min\{M(A), M(B)\}, \tag{1}$$

а для определения результата нечеткой дизъюнкции (связка “ИЛИ”)

$$M(A \vee B) = \max\{M(A), M(B)\}. \tag{2}$$

В результате было получено множество $B'' = \{b_1'', b_2'', \dots, b_n''\}$ - множество значений истинности подусловий.

После этапа агрегации выполняется процесс активации – процесс нахождения степени истинности каждого из подзаклучений правил нечетких продукций [2]. Пусть $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ (n- количество подзаклучений в базе правил)- результат активации, при этом степень истинности каждого правила равна

$$c_j = b_j'' * F_j. \tag{3}$$

Для выполнения следующего этапа необходимо определить параметры выходной функции принадлежности. Как уже ранее упоминалось, для выходной лингвистической переменной существуют два значения термина: «предприятие имущественно состоятельно», «предприятие имущественно несостоятельно». Тогда функция принадлежности для выходной лингвистической переменной Имущественная состоятельность предприятия примет вид:

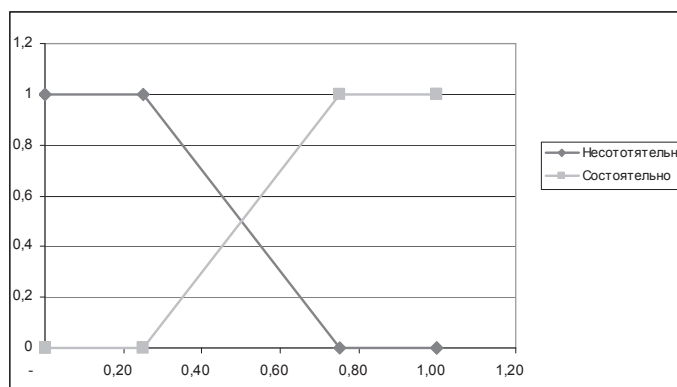


Рис. 2 – Функция принадлежности для выходной лингвистической переменной имущественная состоятельность предприятия

На оси абсцисс откладывается значение степени уверенности в том, что предприятие имущественно состоятельно/несототятельно.

Таблица 5 – Данные для построения функции принадлежности для выходной лингвистической переменной имущественная состоятельность предприятия

Термы	Ключевые точки для построения функции принадлежности для имущественной состоятельности предприятия					
	-M	a	b	c	d	M
Убывает	0	0	0,25	0,75	1	1
Неизменно	0	0	0,25	0,75	1	1

Определив вид функций принадлежности для каждой из выходных лингвистических переменных, можно переходить к этапу аккумуляции процесса нечеткого вывода. Аккумуляция представляет собой процесс нахождения функции принадлежности для каждой из выходных лингвистических переменных [2]. Данные результата аккумуляции определяют на основе данных активации по формуле

$$\mu_D(x) = \max\{\mu_{c_1}(x); \mu_{c_2}(x); \dots, \mu_{c_n}(x)\}. \tag{4}$$

Результаты аккумуляции для группы показателей имущественной состоятельности предприятия представлены на рисунке 3 и в таблице 6.

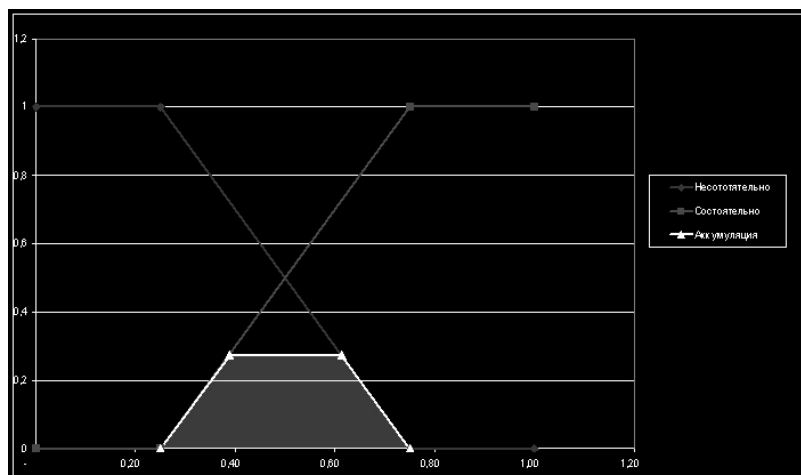


Рис. 3 – Етап аккумуляції нечіткого висновку для лінгвістических змінних имущественная состоятельность/несостоятельность предприятия

Таблица 6 – Данные аккумуляции нечіткого висновку для лінгвістических змінних имущественная состоятельность/несостоятельность предприятия

Период	Значения аккумуляции по периодам
1	0,273728064
2	0,007749602
3	0,196963809
4	0
5	0,203411242

Етап дефазифікації в даній системі виконується на основі методу правого модального значення:

$$y = \max \{x_m\} \tag{5}$$

де x_m – модальне значення нечіткого множення для вихідної змінної після накопичення.

Процес дефазифікації представляє собою процедуру знаходження звичайного (не нечіткого) значення для кожної з вихідних лінгвістических змінних [2].

В разі застосування даного методу значення дефазифікації для вихідної лінгвістическої змінної имущественная состоятельность предприятия значення $y = 0,61313597$ говорить про те, що по даним фінансової звітності за досліджуєму період з ймовірністю 0,61 підприємство ОАО «Укртелеком» имущественно состоятельно.

Все вищеразглянуті етапи нечіткого висновку проводяться для решти показателів фінансового стану підприємства.

Розглянутий алгоритм нечіткого висновку найбільш близький до класического алгоритму Ларсена. Формально алгоритм визначається наступним чином:

- формування бази правил;
- фазифікація входних змінних;

Агрегування підумов в нечітких правилах продукцій. Використовуються парні нечіткі логіческі операції для знаходження ступеня істинності умов всіх правил нечітких продукцій (як правило, max-диз'юнкція і min-кон'юнкція). Те правила, ступеня істинності умов яких відрізняються від нуля, вважаються активними і використовуються для наступних розрахунків.

Активізація підзаключень в нечітких правилах продукцій. Виконується по формулі

$$\mu'(x) = c_i * \mu(y) \tag{6}$$

де $\mu(y)$ – функції належності терма, який є значенням деякої входної змінної заданої на універсумі.

Аккумуляция заключений нечетких правил продукций. Выполняется по формуле 4. для объединения нечетких множеств, соответствующих термам подзаключений, относящихся к одним и тем же выходным лингвистическим переменным.

Дефазификация выходных переменных. Используется любой метод дефазификации [2].

Выходные данные групп показателей сформируют базу для второго этапа нечеткого вывода.

Введение в систему второго этапа нечеткого вывода обусловлено необходимостью более понятно, цельно и широко описать и охарактеризовать экономическое состояние предприятия в целом.

Выходные лингвистические переменные второго уровня характеризует экономическую привлекательность предприятия на рынке:

K1=Рыночная стабильность предприятия = {«Предприятие стабильно», «Предприятие нестабильно»}

K2=Экономическая перспективность предприятия = {«Предприятие перспективно», «Предприятие неперспективно»}.

Подробное исследование второго этапа нечеткого вывода будет проведено в дальнейших исследованиях.

На основании проведенной формализации разрабатывается программная реализация системы, которая предназначена для контроля финансовых и подобных им объектов в реальном времени с возможностью оповещения о результатах контроля. К контролируемым объектам могут быть отнесены банковские платежи, финансовые и бухгалтерские отчеты, сообщения от других автоматизированных бизнес-систем.

Функциональностью данной системы является:

— контроль за доходной и расходной частями бюджета подконтрольной фирмы или ее филиала, деловых партнеров, которые получили инвестицию или кредит на определенных условиях, застраховали имущество или финансовые риски;

— прогнозирование срока и размеров поступления доходов, как по месяцам, так и на перспективу – 1, 2, 3, 4, 5... лет;

— рациональное использование средств и учет необходимых расходов, связанных с системой налогообложения, договорных и других обязательств;

— оптимизация платежей в бюджет;

— прогноз вероятных негативных и позитивных рыночных факторов и убытков ;

— обеспечение прозрачности текущего и перспективного планирования, фактических потоков имеющихся средств и текущих платежей;

— контроль нецелевого использования финансовых средств и предотвращение непродуманных действий руководителей исполнительных дирекций.

— защита бизнеса и перспективных проектов от непродуманных действий партнеров и злоумышленных акций конкурентов при попытке „получить дивиденды” за счет компании;

Задачи, преследуемые системой:

1. Предоставление подсказок менеджерам, как оптимизировать финансово хозяйственную деятельность:

— сколько и какие доходы ожидаются к поступлению;

— когда и какие расходы нужно оптимально возместить;

— напомнить когда и какие платежные обязательства следуют;

— последствия несвоевременного выполнения принятых обязательств (пеня, штрафы);

— полный комплекс дополнительных советующих материалов для эффективного текущего и перспективного планирования.

Выполняя первую задачу разрабатываемый комплекс, кроме подсказок, систематизирует и анализирует действия менеджеров, формирует отчет – оценивающий уровень квалификации персонала и правильности их действий.

2. Предотвращение финансовых злоупотреблений или ошибок:

— защита интересов инвестора, кредитора, заемщика;

— недопущение нецелевых платежей, как по видам, так и по объемам, структуре платежей, независимо от мотивации менеджеров исполнительных дирекций и их финансовых руководителей;

— оперативное информирование кредитора, инвестора, о попытках несанкционированной финансовой деятельности.

Выполняя вторую задачу комплекс не пропускает к оплате неразрешенные платежи, мгновенно формирует отчет и направляет соответствующие сообщения правлению компании, финансирующему банку, страховой компании, инвестору(рам) (формирует SMS – сообщение на мобильные телефоны, блокирует платежи в системе “клиент-банк” и т.п.)

Структурную схему системы можно представить следующим образом:

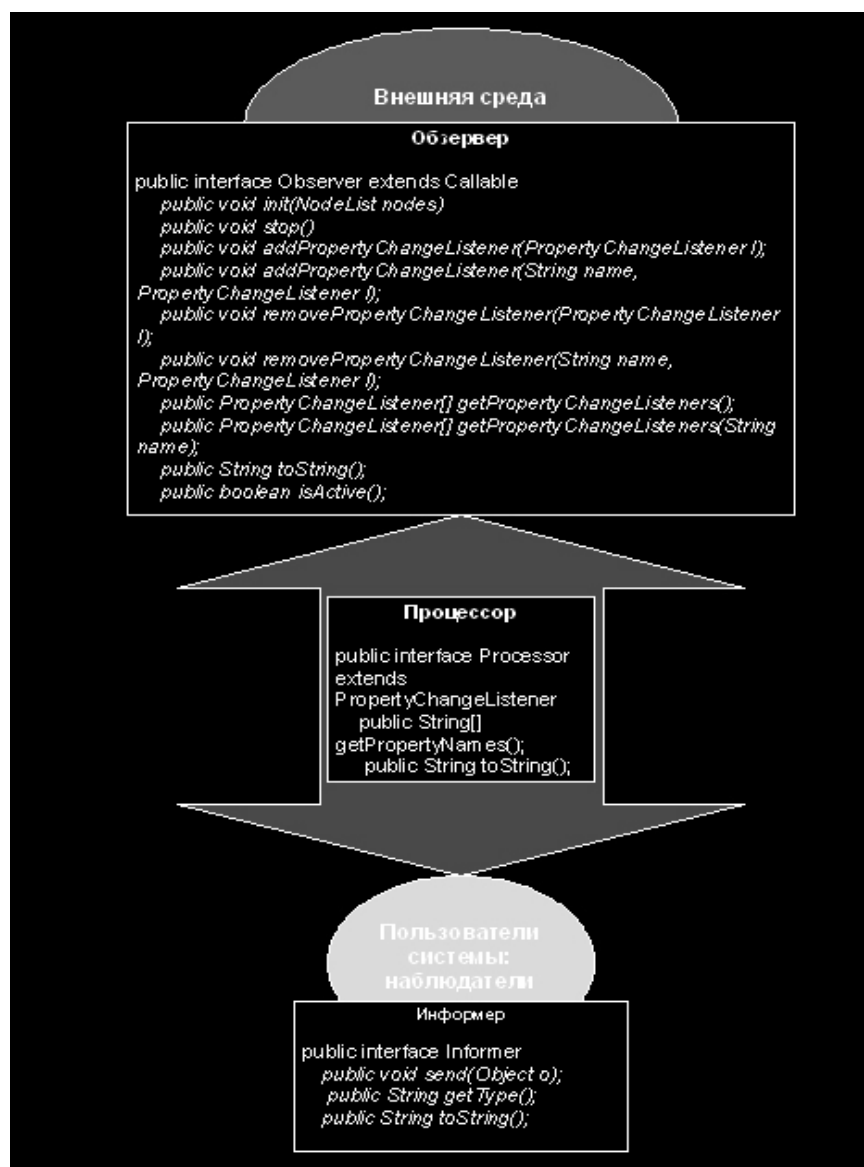


Рис. 4 – Структурная схема системы мониторинга финансовой деятельности предприятия

Ядро приложения состоит из 3-х пакетов:

- пакет *observers*: пакет классов, собирающих информацию с внешней среды об экономическом состоянии предприятия;
- пакет *processors*: пакет для процессов обработки контролируемых объектов;
- пакет *informers*: пакет классов формирования отчетов

Таким образом, в процессе работы приложения сборщики информации внешней среды (*observers*) передают информацию соответствующему слушателю. Затем накопленные и подготовленные к обработке данные передаются процессорам приложения (*processors*). Процессоры в зависимости от установок и особенностей реализации математических моделей, принимают решение по поводу проведенной экономической манипуляции в рамках конкретного предприятия. После чего полученные в ходе обработки и анализа данные предоставляются пользователю (*informers*).

Выводы

Дальнейшим развитием проекта являются методы эволюционных вычислений. Так, в систему будут вноситься генетические алгоритмы, которые будут подстраивать параметры модели.

Программные наработки на данном этапе позволяют провести все этапы нечеткого вывода, что позволит при дополнительных доработках проводить эксперименты на реальных данных, оценивать эффективность работы системы.

Подводя итоги можно заключить, что по результатам применения построенной модели к реальной финансовой статистике были получены результаты, близко коррелирующие с реальным состоянием предприятия. Таким образом, на данном этапе исследования выбранный подход подтвердил свою состоятельность и результативность.

Проанализировав экономические показатели за несколько периодов, можно оценить экономическую перспективность предприятия и его стабильность. Это наиболее цельно характеризует предприятие, имеет большую практическую ценность как инструмент поддержки принятия решений высшего руководства.

Литература

1. (<http://www.managment.aaanet.ru/infor/4.php>) - Тенденции развития информационных технологий, Кафедра теории и технологии менеджмента ЮФУ
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.: ил.
3. Измайлова К.В. Фінансовий аналіз: Навч. посіб. – К.: МАУП, 2000. – 152с.:іл. – Бібліогр.: с. 142-144.

УДК [636.085.55:678.027.3]:005

ИМИТАЦИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ЭКСТРУДИРОВАНИЯ БИОПОЛИМЕРОВ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Хобин В.А., д-р техн. наук, профессор, Егоров В.Б., аспирант
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Рассматривается решение комплекса задач получения и реализации в имитационной форме математической модели процесса экструдирования биополимеров как объекта управления. Специфика решения – невозможность аналитического описания процесса и его полного экспериментального исследования.

The decision of a complex of tasks of reception and realization in the simulation form of mathematical model of biopolymers extrusion process as control object is considered. Specificity of the decision – the impossibility of the analytical description of process and its full experimental research.

Ключевые слова: экструдирование, биополимеры, объект управления, идентификация, имитационная модель, тестирование.

Постановка задачи. Существующие штатные системы автоматического управления (САУ) процессом экструдирования биополимеров (ЭБП), реализуют, как правило, только функцию регулирования (стабилизации) тока нагрузки приводного электродвигателя (ПЭД) экструдера и температуру его головки (матрицы), см., например, [1]. Практика показывает, что они не могут обеспечить устойчивое функционирование экструдера в энергетически эффективных режимах и, одновременно, высокие показатели качества готового продукта. Главные причины этого – динамично изменяющиеся характеристики компонентов сырья, их состав в рецептуре производимых продуктов, износ рабочих органов, колебания напряжения питающей сети, наличие ограничений, накладываемых регламентом ведения процесса ЭБП на диапазоны изменения его параметров [2]. Это обуславливает актуальность задачи совершенствования САУ ЭБП. В основу такого совершенствования должны быть положены современные достижения в теории автоматического управления, информационных технологиях и программно-техническом обеспечении систем автоматизации. Их применение должно позволить повысить качество реализации «старой» функции – функции регулирования и реализовать новые – функцию измерения в реальном времени некоторых параметров готового продукта на выходе из экструзионной головки, функцию гарантирования и функцию оптимизации режима ЭБП [3].

Провести разработку САУ с такими свойствами возможно только с применением адекватных математических моделей (ММ). В [4] была обоснована концептуальная модель процесса ЭБП как объекта управления (ОУ). При этом подчеркивалось, что она является первым этапом разработки такой ММ. Ее