УДК 519

МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В ЦЕЛЕУСТРЕМЛЕННЫХ СИСТЕМАХ

Виноградов Г.П., Семенов Н.А., Палюх Б.В.
Тверской государственный технический университет

Поступила в редакцию 24.11.2008, после переработки 28.11.2008.

Рассматриваются механизмы построения прогнозов в целеустремленных системах, обладающих свойствами активного поведения.

The mechanisms of prognosis building in purposeful systems having the properties the active behavior are considered in this article.

Ключевые слова: активный прогноз, целеустремленные системы, временные ряды.
Keywords: active prognose, purposeful systems, time series.

Введение

Классический подход к проблеме прогнозирования социально-экономических процессов характеризуется тем, что:

1. Априори предполагается, что для наблюдаемых параметров справедлива гипотеза нормального закона их распределения, хотя последние исследования показали, что это не так [1]. Это значит, что множество методов статистического анализа, в частности, такие способы диагностики как коэффициенты корреляции, t-статистики серьезно подрывают к себе доверие, поскольку могут давать ошибочные результаты.

2. Не учитывается поведение людей, являющихся интеллектуальными элементами объектов управления (прогнозирования) [2].

3. Предполагается, что поведение людей, занятых в процессе прогнозирования будущих значений в слабой степени влияет (или вообще не влияет) на результаты прогноза.

Это связано с тем, что временные ряды, по мнению ряда исследователей, перестали содержать закономерности в привычном понимании. Закономерностью или тенденцией становится ускорение изменений. В связи с этим возникла проблема неопределенности для лица, принимающего решения (ЛПР), связанная с построением объективных оценок текущего состояния окружающей среды, результатов ее влияния на организацию и т.п. Преодоление неопределенности возможно на основе собственного опыта ЛПР, квалификации, привычек, которые выражаются в его субъективных оценках и предпочтениях.

Вследствие этих причин в прогнозировании все большую роль играет субъективный фактор, а сам прогноз становится активным. Активным прогнозом назовем такой прогноз, в котором существенную роль играют субъективные оценки и предпочтения людей, принимающих участие в его формировании, и решения, принимающиеся на его основе, влияют на объект прогнозирования. Поэтому модели прогнозирования должны учитывать влияние человеческого фактора в двух формах:

- Эксперт при формировании своих представлений об объекте прогнозирования должен учитывать поведение человека, как активного элемента, при реализации решений, использующих результаты прогноза.
- ЛПР при оценке адекватности предложений экспертов должно учитывать мотивы, цели, позицию эксперта, то есть влияние особенностей его поведения на процесс выработки им прогноза.

Таким образом, задачи практики и логика развития теории прогнозирования порождают новый класс задач активного прогнозирования, который предполагает решение двух проблем:

1. Построение процедур активной экспертизы с целью получения либо согласованного варианта прогноза, либо несколько альтернативных вариантов с примерно одинаковым уровнем аргументации.
2. Разработка методологии (технологии) применения комплекса научных методов, программных средств в сочетании с опытом, знанием, квалификацией и интуицией эксперта, ЛПР для получения модели адекватно описывающей реальный процесс с их точки зрения (или с точки зрения группы экспертов).

1. Схема построения модели комбинированного прогнозирования и постановка задачи прогнозирования

Эксперт при прогнозировании тенденции процесса всегда строит представление о влиянии на прогнозируемый показатель некоторого набора независимых факторов.

Пусть $x \in R^m$ – вектор независимых переменных, $y \in R^n$ – зависимая переменная, y=Φ(x) – неизвестная зависимость. Требуется высказать наиболее правдоподобное (в определенном ниже смысле) предположение о возможном значении y*=Φ(x*) переменной y при заданном значении x* переменной x, используя при этом:

- Семейство частных моделей построенных на основе статистической информации (x_j, y_j),

$$y = \varphi^i(\alpha^i; x) \quad (i = \overline{1, N}), \tag{1}$$

  где φ^i, α^i – вещественная функция и вектор оценок параметров i– й модели, определенные на этапе идентификации; x_j, y_j– результаты измерений переменных x, y на периоде времени t.

- Семейство экспертных высказываний

$$x = x* \Rightarrow y \in (a_k, b_k] \quad (k = \overline{1, K}), \tag{2}$$

  где a_k,b_k – заданные k-м экспертом действительные числа, такие, что (a_k,b_k] – попарно различные интервалы.

Задача ЛПР состоит в том, чтобы на основе информации типа (1–2) сформировать комбинированный прогноз.

В любой процедуре экспертизы необходимо учитывать один из важнейших аспектов экспертного оценивания – это возможность искажения экспертом сообщаемой информации, которая приведет к принятию наиболее выгодного для него решения. Такое поведение экспертов называется активным [2].

При сопоставлении и анализе экспертных мнений ЛПР для оценки степени их объективности (адекватности ситуации или проблеме), как правило, учитывает аргументацию экспертов. Для этого ЛПР стремится создать такой механизм (процедуру) экспертизы, при котором эксперты стремятся к выработке наиболее обоснованного варианта решения (аргументации). Такой механизм экспертизы называется *неманипулиремым*, так как он позволяет свести к минимуму влияние субъективных факторов на принимаемое решение.

Концепцию такой экспертизы предлагается строить на базе итерационных схем информационного управления [3] и принципов коллективной многовариантной экспертизы [4].

Приведенные выше рассуждения с учетом введенных обозначений предполагают двухуровневую структуру системы выработки прогнозов, основывающихся на интеграции методов активной экспертизы и любого формального метода (рис. 1), согласно которой:

1. Центр формирует задание на прогнозирование и предлагает плату за прогноз.

2. Каждый k-й эксперт готовит свой вариант прогноза, сценарий развития и модель прогнозируемого процесса и формулирует требования к вознаграждению за проделанную работу.

3. Центр формулирует правила и проводит конкурс на отбор лучших предложений по заданию. После чего центр заключает соглашения с выбранными экспертами для формирования обобщенного прогноза.

4. После выполнения процедур согласования точек зрения экспертов центр формирует свой собственный сценарий развития прогнозируемого процесса с учетом имеющейся у него дополнительной информации и вырабатывает решения по достижению желаемых состояний для системы в целом.

5. После реализации принятых решений определяются фактические значения состояния системы, а также фонд вознаграждения экспертов и выполняется его распределение.

Рис. 1: Двухуровневая схема построения комбинированного прогноза.

Пусть стратегией i-го эксперта является сообщение ЛПР некоторой информации $s_i \in S_i,\ i \in N = \{1, 2, ..., n\}$, где N – множество экспертов. ЛПР на основании сообщенной ему информации принимает решение – формирует план действий $x_i = \pi_i(s) \in X_i \subseteq \Re^1$, где $\pi : S \to X$ – процедура (механизм) планирования, $\pi_i : s \to X_i,\ \ i \in N,\ \ s = (s_1, s_2, ..., s_n) \in S = \prod\limits_{i \in N} s_i$– вектор сообщений всех экспертов, $x = (x_1, x_2, ..., x_n) \in X = \prod\limits_{i \in N} x_i$– вектор планов.

Функция предпочтения эксперта (целевая функция), отражающая интересы эксперта в задачах планирования: $f_i(x_i, r_i) : X \times \Re^1 \to \Re^1$ зависит от назначенного ему плана и параметра r_i – субъективного мнения i-го эксперта, то есть его истинное представление об оцениваемом процессе (его точка зрения – позиция по рассматриваемой проблеме). Параметр r_i является функцией от располагаемой экспертом информации I_i и его способности находить адекватные решения z_i.

Будем предполагать выполнение гипотезы рационального поведения эксперта, то есть он предполагает, что сообщаемая им информация s_i позволит ЛПР принять наиболее эффективное решение x_i. Таким образом, функция $f(\circ)$ является строго непрерывной, имеет один максимум в точке r_i. Это справедливо для всех $i \in N$.

Если параметр z_iможно считать практически постоянной величиной, то дополнительная информация dI_i способна изменить точку зрения r_i (или не изменить, если эксперт посчитает ее противоречащей его системе взглядов и неубедительной).

На момент принятий решения общим для экспертов являются: процедуры выбора действий ЛПР на основе информации, сообщаемой экспертами, их целевые функции, объем располагаемых знаний $r_i : r = (r_1, r_2, ..., r_n) \in \Re^n$ информация $I_i : T = (I_1, I_2, ..., I_n)$. В свою очередь ЛПР известен вид целевых функций экспертов, например, что они унимодальны, но конкретные зависимости неизвестны. Кроме того, ему известны множества $\{s_i\}_{i \in N}$ возможных сообщений экспертов, но ему неизвестна их истинная точка зрения.

В соответствии с описанной выше схемой экспертизы ЛПР выбирает процедуру планирования $\pi(s) = (\pi_1(s), \pi_2(s), ..., \pi_n(s))$ и сообщает ее экспертам. Эксперты при известной процедуре планирования одновременно и независимо сообщают ЛПР информацию $\{s_i\}_{i \in N}$, на основе которой ЛПР формирует план. ЛПР анализирует полученную информацию и выступает оппонентом для каждого i-го эксперта, сообщая ему dI_i. Эта процедура заканчивается тогда, когда последовательность s_i^k, где k– номер итерации не будет сходиться к некоторой величине a_i, в общем случае $a_i \neq r_i(I_i, z_i)$.

Поскольку принимаемое решение ЛПР (назначаемые им планы, объем вознаграждения по результатам экспертизы и т.п.) зависит от сообщаемой экспертами информации, то они могут воспользоваться этим для получения выгодного для них решения. При этом сообщаемая информация не обязательно будет истинной. Таким образом, возникает проблема **манипулирования**.

Будем считать, что эксперты ведут себя некооперативно, выбирая доминантные или равновесные по Нэшу стратегии. Пусть s^* – вектор равновесных по Нэшу стратегий эксперта, тогда

$$\forall i \in N,\ \forall s_i \in S\ \ f_i(\pi_i(s^*_{-i}, s^*_i), r_i) \geq f_i(\pi_i(s^*_{-i}, s_i), r_i)$$

Очевидно, что тогда точка равновесия в общем случае зависит от векторов точек зрения всех экспертов: $s^* = s^*(r) = (s^*_1(r), s^*_2(r), ..., s^*_n(r))$.

За счет мотивационного управления, а также информационного управления можно добиться того, что множества $r_i, i \in N$ будут расширяющимися, то есть и множества $\{s_i = s_i(I_i, z_i)\}_{i \in N}$ также будут расширяющимися. Это при условии выбора экспертами равновесных по Нэшу стратегий обеспечит получение ЛПР наиболее объективных оценок рассматриваемой проблемы от экспертов.

Этот подход отличается от известных моделей [8], где множества $\{s_i\}_{i \in N}$ рассматриваются как ограниченные. Это не позволяет управлять эффективностью прямого (неманипулируемого) механизма активной экспертизы.

Относительно $\pi(\circ)$ будем предполагать, что функция $\pi(\circ)$ дифференцируема и монотонна по всем переменным, то есть $\frac{\partial \pi(\circ)}{\partial s_i} \geq 0,\ \ i \in N$.

Например, частным случаем может быть

$$x = \pi(s) = \frac{1}{n} \sum_{i \in N} s_i,$$

когда ЛПР не может получить оценки эффективности предложений экспертов, или

$$\begin{aligned} &x = \pi(s) = \pi(0, 0, ..., 0, s_{q_{(r)}}, 0, 0, 0, ...0) = r_i \\ &q(r) = \arg\max_{i \in n} \{s_i\} \end{aligned}$$

в том случае, когда ЛПР находит предложение эксперта с номером q(r) наиболее убедительным и считает его мнение истинным.

2. Построение комбинированного прогноза ЛПР по оценкам экспертов

Как обычно [5-7], в качестве комбинированного прогноза примем образ линейной свертки функций φ^i моделей (1):

$$\varphi(\beta, x) = \sum_{i=1}^{N} \beta^i \varphi^i(\alpha^i, x) \tag{3}$$

при x=x*, где $\beta = (\beta^1, \beta^2, ..., \beta^N)$ - вектор подлежащих определению коэффициентов.

Введем следующие обозначения:

$$\hat{y}_j^i = \varphi^i(\alpha^i x_j) \ (i = \overline{1,N}, j = \overline{1,n}), \ \ \hat{y}_{n+1} = \varphi^i(\alpha^i, x^*) \ \ (i = \overline{1,N}),$$
$$(a, b] = \bigcap_{k=1}^{k} (a_k, b_k].$$

Результаты, представляемые экспертами, в значительной степени будут отражать структуру внешней среды, в которой результаты прогноза и реализуются. Следуя Поспелову [9], все внешние среды разделим на три большие класса – замкнутые, открытые и трансформируемые. Замкнутые среды допускают конечное, исчерпывающее описание (детерминированное или вероятностное). При этом эксперты могут обладать полным априорным знанием о среде и ее свойствах или получать оперативную информацию о ходе своего взаимодействия с нею. Понятие открытых сред предполагает отказ от постулата полноты знаний у эксперта и введения факта существования у него локальных описаний среды. Наконец, трансформируемые среды могут менять свои характеристики в зависимости от действий наблюдаемой системы. В последнем случае знания эксперта не только имеют локальный характер, но и являются фрагментарными.

В этой связи в процессе выполнения экспертиз возможны следующие четыре ситуации.

2.1 Ситуация первая

Рассмотрим случай, когда экспертные высказывания взаимно не противоречивы и в совокупности согласованы с некоторыми из частных прогнозов, то есть выполняются условия:

$$\begin{aligned} &(a, b] \neq \emptyset, \\ &(a, b] \bigcap \left\{ \left\{ \hat{y}_{n+1}^1, ..., \hat{y}_{n+1}^N \right\} \neq \emptyset. \right. \end{aligned} \tag{4}$$

Тогда коэффициенты β^i находим из требования минимизации суммы квадратов отклонений фактических от рассчитанных по свертке (3) значений зависимой переменной на периоде основания прогноза:

$$J(\beta) = \sum_{j=1}^{n} q_j (y_j - \varphi(\beta, x_j))^2 \to min. \tag{5}$$

Здесь q$_j$ $(\sum\limits_{j=1}^{n} q_j = 1,\ q_j \geq 0)$ могут быть, например, характеристиками, найденными при построении моделей частных прогнозов k-м экспертом $(k = \overline{1,k})$, являющимся наиболее компетентным. Можно принять также $q_j = \frac{1}{k}\sum\limits_{k=1}^{K} w_{kj}$ или равной средней наиболее компетентной группы экспертов.

На целевую функцию (3) наложим условия согласованности комбинированного прогноза с экспертными высказываниями:

$$a + \delta \leq \sum_{i=1}^{N} \beta^i \hat{y}^i_{n+1} \leq b \tag{6}$$

и нормировки

$$\sum_{i=1}^{N} \beta^i = 1,\ \beta^i > 0\ \ (i = \overline{1,N}). \tag{7}$$

Здесь δ — малое положительное число, введенное для получения двухсторонних нестрогих ограничений (6) при полуоткрытом интервале (a,b].

Необходимость минимизации суммы квадратов отклонений на периоде обоснования прогноза вызвана тем, что свертка (3) должна не просто удовлетворять экспертным высказываниям о будущем развитии процесса, но и хорошо объяснять его предысторию (идея построения линейной свертки частных аппроксимирующих функций методом наименьших квадратов без учета экспертной информации предложена в [7]).

2.2 Вторая ситуация

Экспертные высказывания взаимно противоречивы, однако некоторые из них (но не все в совокупности) согласованы с отдельными частными прогнозами, то есть выполняются условия

$$\begin{array}{l} (a,b]\ \neq \emptyset, \\ (\bigcup\limits_{k=1}^{K} (a_k, b_k] \cap \left\{ \hat{y}^1_{n+1}, \ldots, \hat{y}^N_{n+1} \right\} \neq \emptyset. \end{array}$$

В этом случае целесообразно потребовать, чтобы комбинированный прогноз $\overrightarrow{y}^N_{n+1}$обеспечивал максимально возможную согласованность высказанных экспертами мнений. В качестве меры такой согласованности естественно использовать сумму расстояний ρ между точкой $\hat{y}^N_{n+1}$ и каждым из интервалов (a$_k$,b$_k$]:

$$\sum_{k=1}^{K} \rho^2((a_k, b_k], \hat{y}_{n+1}),$$

где

$$\rho((a_k, b_k], \hat{y}_{n+1}) = \begin{cases} a_k - \hat{y}_{n+1}, & \text{при } \hat{y}_{n+1} \leq a, \\ 0, & \text{при } a \leq \hat{y}_{n+1} \leq b, \\ \hat{y}_{n+1} - b_k, & \text{при } \ \hat{y}_{n+1} > b. \end{cases}$$

Тогда задача отыскания коэффициентов β^i в линейной свертке (3) может быть сведена к следующей задаче

$$J(\beta) = (1-\gamma)\sum_{k=1}^{K}\rho^2((a_k, b_k], \hat{y}_{n+1}) + \gamma\sum_{j=1}^{n} q_i(y_j - \varphi(\beta,\, x_j))^2 \;\rightarrow\; \min \qquad (8)$$

с ограничениями (7), а также с ограничениями, которые учитывают результаты по частным прогнозам, выполненным k-м экспертом

$$a_k + \delta - c_k \le \sum_{i=1}^{N}\beta^i \hat{y}^i_{n+1} \le b_k + d_k,\;\; k = \overline{1,K}, \qquad (9)$$

где δ имеет тот же смысл, что и выше, γ — коэффициент со свойством $\gamma \in [0,1]$, c_k и d_k — неотрицательные действительные числа, определяемые соотношениями

$$c_k = \begin{cases} a_k - \hat{y}_{n+1}, & \text{при } a_k > \hat{y}_{n+1}, \\ o, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

$$d_k = \begin{cases} \hat{y}_{n+1} - b_k, & \text{при } \hat{y}_{n+1} > b_k, \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

$$k = \overline{1,K};\;\; c_k \ge 0;\; d_k \ge 0. \qquad (10)$$

Смысл первого слагаемого в (8) состоит в необходимости определения такого $\hat{y}^*_{n+1}$, чтобы минимизировалась сумма квадратов расстояний от этой точки до границ интервалов $(a_k, b_k]$. Второе слагаемое обеспечивает максимально возможное согласование свертки (3) с статистической информацией. С помощью коэффициента γ регулируется вклад статистической и экспертной информации в результат прогноза.

2.3 Третья ситуация

Экспертные высказывания взаимно противоречивы и некоторые из них (но не все в совокупности) согласованы с отдельными частными прогнозами, то есть выполняются условия

$$\begin{aligned} &(a,b] \ne \emptyset, \\ &(\bigcup_{k=1}^{K}(a_k, b_k] \cap \left\{\hat{y}^1_{n+1}, \dots, \hat{y}^N_{n+1}\right\} \ne \emptyset \end{aligned}$$

и условие

$$(a,b] \cap \left\{\hat{y}^1_{n+1}, \dots, \hat{y}^N_{n+1}\right\} \ne \emptyset. \qquad (11)$$

Здесь также возможны две ситуации. Первая состоит в том, что существуют такие i, j$\in \overline{1,N}$, что

$$\left\{\hat{y}^i_{n+1}, \hat{y}^j_{n+1}\right\} \in \bigcup_{k=1}^{K}(a_k, b_k],\;\; \hat{y}^i_{n+1} \le a,\;\; \hat{y}^j_{n+1} > b,$$

То задача построения линейной свертки (3) может быть решена также, как для случая 1. Условие (11) делает ограничения (6-7) совместными.

Если ограничения (6-7) несовместны, то можно воспользоваться одним из следующих способов. При достаточно высокой степени согласованности экспертных высказываний между собой противоречие между ними и частными прогнозами должно быть разрешено путем корректировки последних за счет поиска более подходящих аппроксимаций при условии выполнения известных требований статистической адекватности. В этом случае критерием для определения таких вариантов может служить либо мощность пересечения интервалов (a$_k$,b$_k$], $k = \overline{1, K}$, либо использование коэффициента конкордации W, как в классических методах экспертных оценок.

Если же экспертные высказывания недостаточно согласованы, свертка (3) может быть построена путем решения задачи (8) с ограничениями (7), (9-10). При этом, чем выше такая несогласованность, тем большие значения следует придавать коэффициенту γ в целевой функции (8). В этом случае для любого γ>0 комбинированный прогноз $\hat{y}_{n+1}$не будет входить в интервал (a,b].

2.4 Четвертый случай

Экспертные высказывания не согласованы с частными прогнозами, то есть условие (11) не выполняется. В этом случае надо оценить степень согласованности экспертных высказываний и степень разброса частных прогнозов относительно среднего значения. В зависимости от этих оценок необходимо либо корректировать интервалы (a$_k$,b$_k$], $k = \overline{1, K}$, либо искать альтернативные частные аппроксимации, либо решать задачу (8), с ограничениями (7), (9-10).

3. Построение частных моделей в задаче комбинированного прогнозирования

При решении задачи построения частных моделей (1) необходимо учитывать следующие особенности [10]:

1. Анализируемый экономический показатель Yиспытывает на себе влияние множества факторов $X = \{x_i, i = \overline{1, n}\}$, которое состоит из двух подмножеств: $X = \{X^U\} \cup \{X^T\}$, где {X^U} — под-множество управляющих входных факторов и {X^T} — подмножество контролируемых и неконтролируемых воздействий внешней среды. Часть этих факторов имеет монотонный характер изменения и вызывает такое же монотонное изменение анализируемого показателя. Существует значительная часть входных факторов изменяющихся скачкообразно, что вызывает резкое изменение производной Y. Это может быть, например, получение разового льготного кредитования, введение повышенных импортных пошлин, резкая девальвация рубля и т.п.

2. Важной особенностью временных рядов экономических показателей является то, что «вклад» в тенденцию Y(t$_{i-p}$) с ростом p уменьшается. Это позволяет утверждать, что временной ряд практически любого экономического

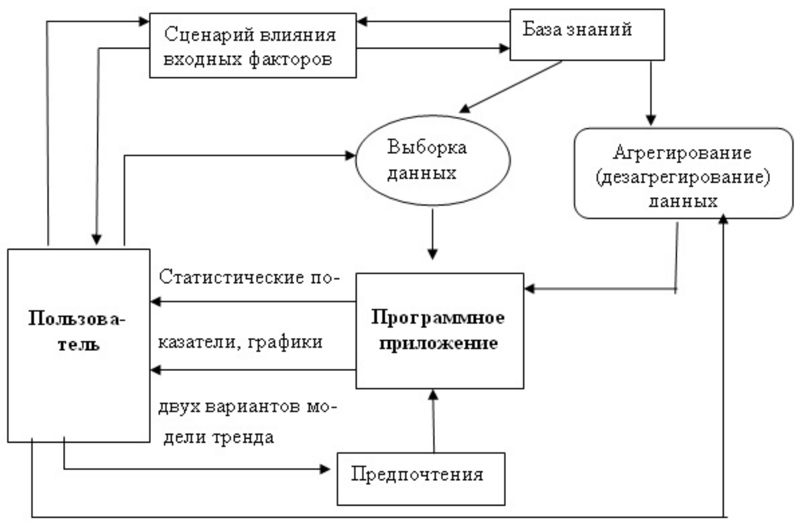

Рис. 2: Схема взаимодействия пользователя и программного средства при интерактивном прогнозировании.

показателя является объектом с конечной памятью S^P. Очевидно, что величина p будет определять объем выборки, принимаемой во внимание при расчете параметров модели. В зависимости от шага дискретизации временной ряд задается таблицей вида $D_n = \{y(t_i), i = \overline{1, n}\}$, где n — находящийся в распоряжении объем выборки. Но для построения оптимальной модели тренда экономического показателя как динамической системы S^P, необходимо иметь фиксированные значения Y=Y(t), где $t \in [t_{n-m}, t_n]$, m>0 и m≤n, заранее неизвестны и характеризуют «память» динамической системы. Очевидно, что $y(t_n)$ — это последнее значение временного ряда. Если m>n, то, очевидно, данных недостаточно для построения модели тренда. Наиболее целесообразно величину m определять интерактивным путем.

3. Наличие данных, резко отличающихся от трендовых значений («выбросов»). Выявление внешних факторов, вызывающих «выброс» позволяет построить сценарий при ответе на вопрос «что будет, если…».

В таких ситуациях повышение точности прогноза дает сочетание опыта и знаний пользователя и возможностей статистических методов, реализованных в соответствующих программных продуктах по следующей схеме (рис. 2).

Предлагаемая схема основывается на предположении, что для экономических показателей можно предложить множество вариантов аппроксимации закона распределения, удовлетворяющих статистическим правилам проверки их адекватности. Выбор конкретного варианта будет определяться, очевидно, знанием причинно-следственных связей между входными факторами и анализируемым показателем, которое имеется на качественном уровне у опытного пользователя.

То есть каждый опытный эксперт на качественном вербальном уровне выносит свое суждение $\{s_i\}_{i \in N}$ на основе модели состояния системы, которая описывает не только связи между параметрами, но и учитывает направление воздействия факторов и степень их влияния друг на друга на данный текущий момент времени. Это и позволяет предложить процедуры варьирования параметров математических методов прогнозирования в соответствии с представлениями экспертов.

Алгоритм построения модели прогнозирования по приведенной схеме (рис. 2) описан в [10].

Заключение

В статье рассмотрена методика построения согласованного прогноза в целеустремленной экономической системе на базе интеграции математических методов и знаний экспертов (специалистов) о количестве влияющих факторов на прогнозируемый показатель, направлении и интенсивности этого влияния. Такой подход позволил обоснованно определять объем выборки для расчета параметров модели прогнозирования, значимость точек временного ряда (их «вклад» в тенденцию), а также полнее использовать информативность данных, которые зачастую характеризуются как «выбросы».

Поскольку на качество прогноза по предлагаемой методике значительное влияние оказывают представления экспертов, то для повышения качества их когнитивных моделей о прогнозируемом процессе применена процедура согласования позиций экспертов. Она основана на оценках экспертных высказываний и информационном управлении со стороны центра. Это позволило мотивировать эксперта на поиск информации на аргументирование своей позиции и формированию оценок будущих значений прогнозируемых показателей соответствующих истинным представлениям эксперта.

Описанная методика была применена для прогноза рядов динамики функционирования рынка услуг г. Твери. Интерактивная модель дала более точный прогноз по сравнению с традиционными методами вследствие более точного учета ситуации на рынке с помощью знаний и опыта эксперта.

Описанная методика была применена для прогноза рядов динамики функционирования рынка услуг г. Твери. Интерактивная модель дала более точный прогноз по сравнению с традиционными методами. Это произошло вследствие более точного учета ситуации на рынке с помощью знаний и опыта эксперта.

Список литературы

[1] Петерс С. Хаос и порядок на рынке капитала. М.: Мир, 2000. – 333с.

[2] Бурков В.Н., Новиков Д.А. Введение в теорию активных систем. М.: ИПУ РАН, 1996. – 125с.

[3] Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Активный прогноз. М.: ИПУ РАН, 2002.

[4] Дорофеюк А.А. Модели мультигрупповой многовариантной экспертизы в задачах анализа и совершенствования организационных систем. Труды ИПУ РАН. Т. X, М.: ИПУ РАН, 2000, с. 12-18.

[5] Фаерман Е.Ю. Согласование прогнозов иерархически организованных объектов // Экономика и математические методы. 1986, т. XXII, Вып. 5, с. 838-849.

[6] Емельянов А.С. Эконометрика и прогнозирование. М.: Экономика, 1985.

[7] Головченко В.Б., Носков С.И. Оценивание параметров эконометрической модели по статистической и экспертной информации // АиТ, 1991, №4, с. 123-132.

[8] Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять организациями. М.: Синтег, 2004. – 400с.

[9] Поспелов Д.А. От коллектива автоматов к мультиагентным системам // Труды международного семинара «Распределенный интеллект и многоагентные системы» (DIAMAS'97 Санкт-Петербург, Россия, 15-18 июля 1997). – 319-325.

[10] Виноградов Г.П. Построение моделей прогнозирования экономических показателей по статистической и экспертной информации // Системы управления и информационные технологии. 2006, №4 (26), с. 75-80.