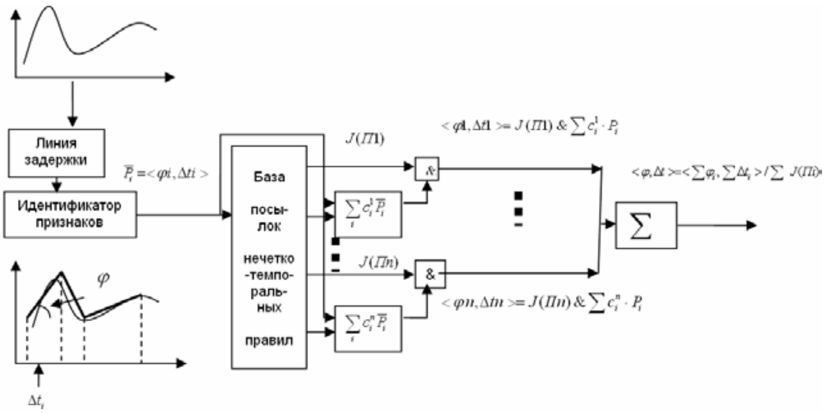

Рис.1. Обобщенная гибридная сеть Сугено на случай реализации НТМ линейного типа

Таким образом, каждое из нечетко-темпоральных правил гибридной системы представляет собой некий автономный линейно-векторный предсказатель поведения процесса на соответствующем ему интервале стационарности. Логика межстационарных переходов обеспечивается логикой означивания предусловий правил в ходе моделирования предыстории процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Takens F.* Detecting strange attractors in turbulence // Dynamical Systems and Turbulence/ Ed. by D.Rang and L.S.Young. - Lect Notes in Math. 1980. Vol.898. – pp.366-381.
2. *Ковалев С.М.* Модели анализа слабо формализованных динамических процессов на основе нечетко-темпоральных систем // Изв. вузов. Сев.-Кав. регион. Естественные науки, 2002. № 2. – С. 10-13.
3. *Батыршин И.З.* Перцептивные функции и гранулярные производные в вычислении со словами // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сб. научн. тр. II Международного научно-практического семинара. – М.: Физматлит, 2003. – С. 12-19.

В.И. Финаев, Н.В. Шкрибляк

МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Основная задача принятия решения при управлении запасами состоит в выборе стратегии пополнения запасов (стратегии управления запасами) [1].

Стратегией управления запасом назовем набор правил ζ, позволяющих определить для любого состояния запасов момент времени подачи заказа и объем заказа на пополнение запаса.

Состояние запаса определим набором параметров: z_t – остаток запаса, q_t – заказанное количество на текущий момент, t – время. Стратегия управления запасами для каждого состояния $<z_t,q_t,t>$ должна с учетом параметров системы B определить правило пополнения запасов $<t,q>$, где t – момент подачи заказа, q – объем заказа.

Стратегия управления запасами характеризуется издержками, связанными с ее реализацией, обозначаемыми L_t. Издержки характеризуют: затраты на хранение запасов в указанном объеме h_t, определяемые как затраты на хранение единицы запаса в единицу времени; затраты на совершение заказа K_t.

Задача выбора оптимальной стратегии управления запасами состоит в выборе из множества допустимых стратегий Z некоторой стратегии ζ, обеспечивающих $L_t \to min$ в каждой ситуации, определяемой параметрами В.

Управление запасами осуществляется в условиях постоянно изменяющихся внешних воздействий, определяемых спросом на складируемые единицы W_t и условиями поставок, определяемых затратами на совершение поставки K_t и длительностью поставки λ_t, причем, эти величины не могут быть определены точно, но могут быть оценены с некоторой погрешностью на интервале планирования.

При этом оценки соответствующих параметров получаются интервальными и определяют те множества состояний, в которых применяемая стратегия управления обеспечивает наименьшие издержки по сравнению с другими стратегиями.

Как правило, подавляющее большинство моделей относятся к ситуационному управлению [melberkor], т.е. установлению соответствия между наборами нечетких переменных, взятых из термов ЛП, и элементами множества решений [2]. Применение подобных моделей эффективно особенно в тех случаях, когда высока степень неопределенности, а логический вывод о сложившейся ситуации целесообразно делать из анализа ее реальных параметров, согласно мнениям (знаниям) специалистов – экспертов.

Состояние системы характеризуется следующими параметрами:

$$S^t = <C^t, W^t, h^t, K^t, \lambda^t, z^t, q^t, \tau^t, b^t, d^t, \zeta^t, L^t, T>, \tag{1}$$

где C^t=<$C_1,C_2,\ldots,C_N$> – стоимость товаров, W=<$W_1,W_2,\ldots,W_N$> – спрос на товары, h=<$h_1,h_2,\ldots,h_N$> – затраты на хранение запаса, K=<$K_1,K_2,\ldots,K_m$> – затраты на оформление заказа, λ=<$\lambda_1,\lambda_2,\ldots,\lambda_m$> – запаздывание поставки, z=<$z_1,z_2,\ldots,z_N$> – остаток запаса, q=<$q_1,q_2,\ldots,q_N$> – заказываемое количество, T=<$\tau_1,\tau_2,\ldots,\tau_N$> – период поставки, b=<$b_1,b_2,\ldots,b_N$> – величина страхового запаса, d=<$d_1,d_2,\ldots,d_N$> – дефицит изделий, ζ=<$\zeta_1,\zeta_2,\ldots,\zeta_N$> – стратегии управления запасами изделий, L^t – издержки, связанные с реализацией стратегий, T – плановый период.

Оценить состояние системы точно в момент принятия решения не представляется возможным. При невозможности точного описания параметров можно использовать математический аппарат нечетких множеств для описания состояния системы. При этом текущая ситуация представляет собой нечеткое множество в пространстве состояний системы и определяется как

$$\tilde{S}_k =< \tilde{C}^k, \tilde{W}^k, \tilde{h}^k, \tilde{K}^k, \tilde{\lambda}^k, \tilde{z}^k, \tilde{q}^k, \tilde{\tau}^k, \tilde{b}^k, \tilde{d}^k, \zeta^k, \tilde{L}^k, T >, \tag{2}$$

где $\tilde{C}^k =< \tilde{C}_1^k, \tilde{C}_2^k, \ldots, \tilde{C}_N^k >$ – возможная стоимость единиц запасов, принятая при оптимизационных расчетах; $\tilde{W}^k =< \tilde{W}_1^k, \tilde{W}_2^k, \ldots, \tilde{W}_N^k >$ – уровень спроса, учитываемый при оптимизации; $\tilde{h}^k =< \tilde{h}_1^k, \tilde{h}_2^k, \ldots, \tilde{h}_N^k >$ – возможные затраты на хранение единицы запаса в единицу времени; $\tilde{K}^k =< \tilde{K}_1^k, \tilde{K}_2^k, \ldots, \tilde{K}_m^k >$ – возможные значения затрат на оформление заказов по каждому из вариантов обеспечения поставки; $\tilde{\lambda}^k =< \tilde{\lambda}_1^k, \tilde{\lambda}_2^k, \ldots, \tilde{\lambda}_m^k >$ – возможные значения длительности поставки по каждому из вариантов обеспечения заказов;

$\tilde{z}^k =< \tilde{z}_1^k, \tilde{z}_2^k, ..., \tilde{z}_N^k >$ – приемлемый остаток запаса в момент контроля; $\tilde{q}^k =< \tilde{q}_1^k, \tilde{q}_2^k, ..., \tilde{q}_N^k >$ – множество вариантов выбора размера заказа; $\tilde{\tau}^k =< \tilde{\tau}_1^k, \tilde{\tau}_2^k, ..., \tilde{\tau}_N^k >$ – множество возможных значений периода подачи заказов; $\tilde{b}^k =< \tilde{b}_1^k, \tilde{b}_2^k, ..., \tilde{b}_N^k >$ — возможные значения страхового запаса; $\tilde{d}^k =< \tilde{d}_1^k, \tilde{d}_2^k, ..., \tilde{d}_N^k >$ – допустимый уровень дефицита; $\zeta^k =< \zeta_1^k, \zeta_2^k, ..., \zeta_N^k >$, $\tilde{L}^k =< \tilde{L}_1^k, \tilde{L}_2^k, ..., \tilde{L}_N^k >$ – возможные издержки в текущей ситуации, связанные с реализацией любой из стратегий управления в текущей ситуации.

Текущая ситуация определяет то множество состояний, в пределах которого принятые стратегии принятия решений могут быть применены при условии, что затраты, связанные с их применением, лежат в известных пределах. Пока система находится в определенной ситуации k, оперативное управление запасами заключается в обеспечении надежной реализации принятых стратегий и компенсации незначительных возмущений.

Построение оптимизационной модели при нечетком описании параметров сталкивается с рядом затруднений, связанных с особенностями нечетких вычислений. Итерационные алгоритмы оптимизации оказываются неприменимыми в их непосредственном виде в задачах оптимизации моделей с нечеткими параметрами по причине большой расплывчатости результатов и снижения их практической ценности.

С другой стороны, простые оптимизационные модели позволяют получать области возможных решений задачи управления запасами и строить нечеткие стратегии управления для различных ситуаций функционирования системы. При задании параметров модели нечеткими интервалами можно исследовать поведение системы при отклонении значений параметров от оптимальных.

Эксперт задает текущую ситуацию функционирования системы, определяя нечеткие множества $\tilde{C}^k$, $\tilde{W}^k$, $\tilde{h}^k$, $\tilde{K}^k$, $\tilde{\lambda}^k$. Задаются ограничения на возможные решения задачи, определяются значения параметров $\tilde{d}^k$, $\tilde{z}^k$ или способы их вычисления, выбираются стратегии управления запасами каждого вида ζ^k, для которых решается нечеткая оптимизационная задача, результат которой представляется нечеткими оценками возможных решений $\tilde{q}^k$, $\tilde{\tau}^k$, $\tilde{b}^k$, для которых возможные издержки определяются нечетким множеством $\tilde{L}^k$.

Задаются также правила действий при изменении ситуации, для чего задаются нечеткие переменные, определяющие критические уровни изменения параметров и строится модель классификации.

Система управления может в автоматическом режиме определять динамику спроса на основании данных в предшествующие моменты времени с использованием линейных моделей прогнозирования (экстраполяции). Однако более адекватным может быть использование эвристического прогнозирования динамики спроса, в основе которого лежат знания экспертов. Модель может быть построена как нечеткое отображение $\tilde{\varphi} : W^k \times I \to W$, где $W=W_1{\times}W_2{\times}\ldots{\times}W_N$, I – множество дополнительных сведений. Данное отображение позволяет на основании известных k значений спроса в моменты времени t-$(k$-$1)T$ предсказать значение спроса $\tilde{W}_{t+\tau}$. Модель может быть задана в виде набора правил: Если $\tilde{W}_t$ и $\Delta\tilde{W}_t$, то $\tilde{W}_{t+\tau}$.

На рис.1 показаны возможные решения задачи по управлению запасами товара для модели с непрерывным контролем уровня запаса. В этой модели период заказа не фиксирован. Если норма спроса товара представлена нечетким интервалом, то область возможных решений будет принадлежать интервалу $[q_{min}, q_{max}]$.

При этом период заказа будет принадлежать интервалу $[T^*_{min}, T^*_{max}]$. Для сокращения интервала неопределенности следует ввести дополнительные ограничения: $T\in[T_1, T_2]$, соответствующие максимально допустимой частоте заказов и максимально допустимому времени хранения партии.

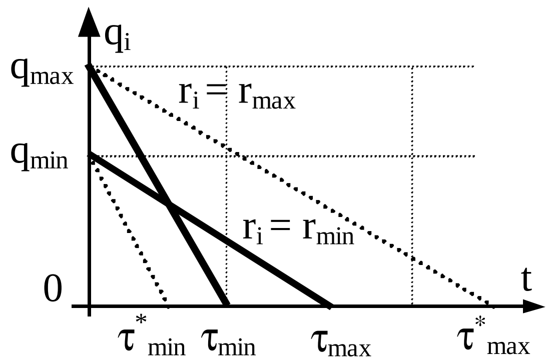

Рис.1. Принятие решения в условиях неопределенности величины спроса

Процедура оптимизации состоит в следующем:

Шаг 1. Выполнить расчет $\tilde{q}_i$ согласно нечеткой оптимизационной модели.

Шаг 2. Наложить ограничения по минимальному и максимальному объему заказа, ограничения на период заказа. Если решение существует, то выбрать q_i случайным образом или с использованием предпочтений, иначе шаг 3.

Шаг 3. Увеличить допустимые издержки по сравнению с оптимальными на ΔL и пересчитать $\tilde{q}_i$ с учетом повышения издержек. Перейти к шагу 2.

Совместность ограничений является обязательным условием сходимости процесса оптимизации.

Процедура пересчета объема заказа требует построения обратной зависимости $\tilde{q}_i\,(L)$, что затруднительно при нечетком интервальном описании параметров модели в силу неоднозначности решения. Поэтому для нахождения $\tilde{q}_{i\Delta L}$ можно использовать следующий алгоритм вычисления $\tilde{q}_{i\Delta L}$ по α-уровням нечетких множеств.

Шаг 1. Определить оптимальные издержки $\tilde{L}_i$ для принятого интервала $\tilde{q}_i$.

Шаг 2. Задать допустимое изменение издержек (задается экспертом как нечеткая величина $\Delta\tilde{L}$) и вычислить издержки $\tilde{L}_{\Delta L} = \tilde{L} + \Delta\tilde{L}$.

Шаг 3. Для каждого α-уровня нечеткого множества $\tilde{L}_{\Delta L}$: [$L^{\alpha}_{\Delta Lmin}$, $L^{\alpha}_{\Delta Lmax}$] изменяя период заказа определить интервал [$q^{\alpha}_{i\Delta Lmin}$, $q^{\alpha}_{i\Delta Lmax}$] одним из алгоритмов поиска. Задача состоит в определении интервала, для которого выполняется условие $\forall q \in [\, q^{\alpha}_{i\Delta Lmin}, q^{\alpha}_{i\Delta Lmax} \,]$: $L \in [\, L^{\alpha}_{\Delta Lmin}, L^{\alpha}_{\Delta Lmax} \,]$. При этом следует учесть, что при данных значениях параметров модели издержки не могут быть меньше минимальных издержек.

В заключение отметим, что применение методов искусственного интеллекта позволило разработать модель системы управления запасами, отличающуюся от известных применением методов формализации факторов задачи в виде лингвистических переменных и получением решения путем моделирования нечетких состояний системы управления запасами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Финаев В.И., Ващенко Н.В.* Необходимость запасов предприятия. III Всероссийская научная конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Информационные технологии, системный анализ и управление». – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005.
2. *Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я.*. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990. – 272 с.

О.О. Варламов

О НЕОБХОДИМОСТИ ПЕРЕХОДА ОТ ТЕОРИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА К РАЗРАБОТКЕ ТЕОРИИ АКТИВНОГО ОТРАЖЕНИЯ

В работе показано, что предметом теории искусственного интеллекта (ИИ, AI) являются процессы мышления или, в более широком смысле, процессы активного отражения. Показана необходимость перехода от антропоморфного термина "искусственный интеллект" к новому термину: "активное отражение". Эта теория должна дать обоснованный ответ на вопрос: "может ли машина мыслить".

Роль ЭВМ в процессах обработки информации. Проанализируем возможности и пределы автоматизации мыслительной деятельности [1,2]. Проанализируем, какие функции в автоматизированных системах сбора и обработки информации (АССОИ) являются принципиально "человеческими". По своей природе "информация" в широком смысле – это противоречивое и неразрывное единство объективного и субъективного. Семантика информации, созданная сознанием, не исчезает в области объективных (материальных) сущностей бесследно, так же как она и не возникает там. Если информация (И) представляет собою единство (субъективного) семантики (СЕМ) и (объективного) носителя (Н), то есть И=(СЕМ, Н), то машина только физически оперирует с носителями, не работая с информацией в широком (интеллектуальном) смысле, а просто осуществляя физический результат.

Знак – это неразрывное единство двух компонент: объективный, материальный носитель и субъективный, идеальный образ, "навешиваемый" на материальный носитель.