

УДК 621.3.019.3

Л.В. Бондаренко

СИТУАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАПАСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Систему управления запасами следует рассматривать как подсистему информационно-управляющей системы предприятия [1], в которую входят другие подсистемы, назначение которых определяется профилем предприятия. При разработке математических моделей любых динамических систем необходимо определить:

- ◆ описание изменения вектора состояний $\langle z_t, q_t, t \rangle$ под действием внутренних причин (z_t – остаток запаса, q_t – заказанное количество на текущий момент, t – время);
- ◆ описание приема входных параметров и изменения вектора состояний под действием вектора входных параметров (модель в виде функции перехода);
- ◆ описание формирования вектора выходных параметров или реакции предприятия, как динамической системы на внутренние и внешние причины изменения состояний (модель в виде функции выхода).

Предприятие характеризуется вектором состояния предприятия Z , функционирование предприятия определяется вектором управления X и вектором возмущения F , а эффективность функционирования предприятия оценивается вектором выходных параметров Y . Параметры вектора возмущений F , в отличие от вектора управлений X , учесть практически невозможно, т.к. он формализует входные параметры для предприятия от внешней среды. Компонентами вектора входных параметров X являются параметры, которые определяют, исходя из принятого решения об оптимальном управлении подсистемами предприятия.

Стратегия управления запасами для каждого состояния определяет правило пополнения запасов $\langle t, q \rangle$, где t – момент подачи заказа, q – объем заказа.

Систему управления запасами определим набором следующих параметров [1]:

$$S^t = \langle C^t, W^t, h^t, K^t, \lambda^t, z^t, q^t, \tau^t, b^t, d^t, \zeta^t, L^t, T \rangle, \quad (1)$$

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

Определим в виде нечетких интервалов или в виде лингвистических переменных спрос на складироваемые единицы W_i и условия поставок, как затраты на совершение поставки K_i длительностью поставки λ_i . Очевидно, что управление запасами осуществляется в условиях постоянно изменяющихся внешних воздействий, а величины W_i, K_i, λ_i могут быть оценены с некоторой погрешностью на интервале планирования.

В моделях ситуационного управления устанавливают соответствия между наборами нечетких переменных, взятых из терм-множеств лингвистических переменных (ЛП), и элементами множества решений [2].

Известные системы принятия решений об управлении запасами могут определять динамику спроса на основании данных в предшествующие моменты времени с использованием линейных моделей прогнозирования (экстраполяции) [3]. В моделях ситуационного управления логический вывод о принятии решения в сложившейся ситуации делают из анализа реальных параметров ситуации, исходя из мнения (знаний) специалистов – экспертов. Применение подобных моделей эффективно особенно в тех случаях, когда высока степень неопределенности.

Нечеткой ситуацией называется нечеткое множество второго уровня, задаваемое в следующем виде:

$$\begin{aligned} \tilde{S} &= \{ \langle \mu_s(\gamma_k) / \gamma_k \rangle \}, k = \overline{1,4}, \\ \mu_s(\gamma_k) &= \{ \langle \mu_{\mu_s(s_k)}(\gamma_k^j) / \gamma_k^j \rangle \}, k = \overline{1,4}, j = \overline{1, m_k}. \end{aligned} \quad (2)$$

Лингвистическая переменная (ЛП) характеризуется набором $\langle \gamma_k, T(\gamma_k), U, G, M \rangle$, $k = \overline{1,4}$, где γ_k – название ЛП; $T(\gamma_k)$ – терм-множество ЛП γ_k ; U – область определения каждого элемента множества $T(\gamma_k)$, G – синтаксическое правило (грамматика), порождающее нечеткие переменные $\gamma_k^j \in T(\gamma_k)$; M – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной $\gamma_k^j \in T(\gamma_k)$ нечеткое множество $\tilde{C}(\gamma_k^j)$ – смысл нечеткой переменной γ_k^j .

Нечеткие переменные $\gamma_k^j \in T(\gamma_k)$ задаются тройкой множеств $\langle \gamma_k^j, U, \tilde{C}(\gamma_k^j) \rangle$, $j = \overline{1, m_k}$, где γ_k^j – наименование нечеткой переменной; U – базовое множество; $\tilde{C}(\gamma_k^j) = \{ \langle \mu_{\tilde{C}(\gamma_k^j)}(u) / u \rangle \}$, $u \in U$ – нечеткое подмножество множества U ; $\mu_{\tilde{C}(\gamma_k^j)}(u)$ – функции принадлежности, задание которых производится экспертами. Экспертами задаются эталонные (характерные) ситуации \tilde{S}^{*v} , $v = \overline{1, r}$. Каждой ситуации \tilde{S}^{*v} сопоставляется стратегия ζ^v и алгоритм выбора параметров $\tilde{\theta}_v$ при нечетких исходных данных.

Для каждого из складываемых наименований определяются лингвистические оценки значений параметров, либо выбираются стандартные ситуации, определенные для групп изделий. Формируется текущая ситуация \tilde{S} .

Выбор эталонной ситуации \tilde{S}^{*i} , которой наибольшим образом соответствует текущая ситуация \tilde{S} осуществляется путем вычисления степени нечеткого равенства ситуаций $\mu(\tilde{S}, \tilde{S}^{*i})$, $i = \overline{1, r}$. Ситуация \tilde{S} нечетко равна ситуации \tilde{S}^{*i} , если $\mu(\tilde{S}, \tilde{S}^{*i}) \geq t$, t – порог равенства ситуаций. Если текущей ситуации соответствует несколько эталонных ситуаций, то может быть использован метод назначения предпочтений. Каждому возможному решению присваивается коэффициент предпочтения β_i , из подмножества действий выбирается решение, для которого значение β_i наибольшее.

Модель принятия решений будет иметь следующий вид:

Ситуация \tilde{S}^{*1} , стратегия ζ_1 , соответствие

$$\langle\langle 1/\gamma_1^1 \rangle, \langle 1/\gamma_2^1, 1/\gamma_2^2, 0,7/\gamma_2^3 \rangle, \langle 1/\gamma_3^1 \rangle\rangle.$$

Ситуация \tilde{S}^{*2} , стратегия ζ_1 , соответствие $\langle\langle 1/\gamma_8^1 \rangle$.

Ситуация \tilde{S}^{*3} , стратегия ζ_1 , соответствие

$$\langle\langle 1/\gamma_6^1, 0,2/\gamma_6^2 \rangle, \langle 0,2/\gamma_{71}^1, 1/\gamma_{71}^2 \rangle, \langle 0,2/\gamma_{72}^1, 1/\gamma_{72}^2 \rangle\rangle.$$

Ситуация \tilde{S}^{*4} , стратегия ζ_1 , соответствие

$$\langle\langle 0,2/\gamma_{71}^1, 1/\gamma_{71}^2 \rangle, \langle 0,2/\gamma_{72}^1, 1/\gamma_{72}^2 \rangle, \langle 1/\gamma_9^3 \rangle\rangle.$$

Ситуация \tilde{S}^{*5} , стратегия ζ_1 , соответствие $\langle\langle 1/\gamma_{10}^1 \rangle\rangle$.

Ситуация \tilde{S}^{*6} , стратегия ζ_2 , соответствие

$$\langle\langle 1/\gamma_2^1 \rangle, \langle 0,2/\gamma_3^1, 1/\gamma_3^2 \rangle, \langle 0,2/\gamma_4^1, 1/\gamma_4^2 \rangle, \langle 0,1/\gamma_6^1, 1/\gamma_6^2 \rangle, \langle 0,9/\gamma_{71}^1, 0,1/\gamma_{71}^2 \rangle,$$

$$\langle 0,9/\gamma_{72}^1, 0,1/\gamma_{72}^2 \rangle, \langle 0,3/\gamma_8^1, 1/\gamma_8^2 \rangle, \langle 1/\gamma_9^1, 0,5/\gamma_9^2 \rangle\rangle.$$

Ситуация \tilde{S}^{*7} , стратегия ζ_3 , соответствие

$$\langle\langle 0,2/\gamma_1^1, 1/\gamma_1^2 \rangle, \langle 1/\gamma_2^1, 1/\gamma_2^2 \rangle, \langle 0,2/\gamma_3^1, 1/\gamma_3^2 \rangle, \langle 0,6/\gamma_{71}^1, 0,5/\gamma_{71}^2 \rangle,$$

$$\langle 0,6/\gamma_{72}^1, 0,5/\gamma_{72}^2 \rangle, \langle 0,5/\gamma_8^1, 0,7/\gamma_8^2 \rangle, \langle 1/\gamma_9^1, 0,8/\gamma_9^2 \rangle, \langle 0,6/\gamma_{10}^1, 0,4/\gamma_{10}^2 \rangle\rangle.$$

Ситуация \tilde{S}^{*8} , стратегия ζ_4 , соответствие $\langle\langle 1/\gamma_2^4 \rangle\rangle$.

Ситуация \tilde{S}^{*9} , стратегия ζ_4 , соответствие

$$\langle\langle 1/\gamma_2^3 \rangle, \langle 1/\gamma_{71}^1 \rangle, \langle 1/\gamma_{71}^2 \rangle\rangle \langle\langle 1/\gamma_5^2 \rangle\rangle.$$

Ситуация \tilde{S}^{*10} , стратегия ζ_4 , соответствие $\langle\langle 0,5/\gamma_9^1 \rangle\rangle$

Решение принимается на основе степени нечеткого равенства ситуаций. Таким образом, было минимизировано число ситуаций и сформирована модель, позволяющая выбирать виды стратегий для управления запасами в многономенклатурной задаче. Модель может быть использована при планировании системы управления запасами, а так же при организации новых запасов в существующей системе.

Таким образом, 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. Оптимизация в модели управления запасами при нечетком задании параметров учитывает неопределенность параметров системы и позволяет получить интервальные оценки, близкие к оптимальным значения параметров стратегий управления запасами при заданном уровне повышения издержек, ограничениях на значения параметров системы и предпочтениях выбора управляющих решений.

Для реализации модели разработано прикладное программное обеспечение. Создана библиотека, содержащая описание нечетко-интервальных чисел (интервалов) и процедур работы с ними. Для описания был использован программный модуль, содержащий описание нечетко-интервального числа в виде α -уровней и на-

бор процедур и функций, реализующих все необходимые арифметические действия с нечеткими интервалами: сложение, вычитание, умножение, деление, а так же специализированные операции сравнения нечетких интервалов.

Реализована библиотека функций, реализующих оптимизационную модель системы управления запасами с нечеткими параметрами. Реализованы процедуры оптимизации системы управления запасами с учетом ограничений, алгоритм проверки совместности ограничений

Разработана советующая система поддержки принятия решений по управлению запасами, позволяющая на основе характеристик складированных единиц выбирать лучшую стратегию и находить оптимальные значения параметров выбранной стратегии, а так же вводить текущие результаты контроля системы и принимать решения о корректировке стратегий управления запасами. Информационная система позволяет в автоматическом режиме формировать стратегии управления запасами с последующей корректировкой стратегий экспертами. При этом непосредственное участие экспертов необходимо только в том случае, когда оптимальное решение при заданных ограничениях не может быть найдено. В этих случаях система выдает рекомендации о возможной корректировке стратегий или ограничений.

Эксперт может работать непосредственно с нечетким интервальным представлением параметров, что позволяет оценивать границы возможных решений задачи.

Алгоритм оптимизации в системе принятия решений представлен в виде последовательности действий и продемонстрирован интерфейсными окнами информационной системы. Рассмотрим последовательность действий.

1. Задать параметры запасов: прогнозируемый спрос за плановый период, стоимость единицы, затраты на хранение, затраты на оформление заказа, время доставки, затраты на штрафы при возникновении дефицита и при образовании излишних запасов.

Параметры могут быть заданы нечеткими интервальными оценками.

2. Задать связи (отношения). В данном случае задать возможные совместные заказы изделий.

3. Выбрать стратегии управления запасами.

4. Задать ограничения на параметры и издержки. Ограничения также задаются нечеткими интервалами.

Задаются ограничения на величину и время существования дефицита, на время существования запаса, на объем заказа. Для совместных заказов задаются ограничения полной стоимости заказа и ограничения на период заказа.

5. Определить оптимальное решение без ограничений и с учетом ограничений.

6. Скорректировать ограничения.

7. Выделить те запасы, которые наибольшим образом влияют на оптимальное решение (с учетом ограничений на них).

При заданных ограничениях на допустимые значения параметров стратегий оптимизация осуществляется в автоматическом режиме. При этом система выдает рекомендации по выбору значений параметров и, при необходимости, о корректировке ограничений. Вниманию лицу, принимающему решения предоставляются в первую очередь запасы, для которых оптимальное решение не получено или получено со значительным превышением издержек над оптимальными значениями.

Таким образом, предлагаемая модель позволит построить модель поддержки принятия решений в системе управления запасами на основе знаний экспертов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов В.Б., Куликов Г.Г., Речкалов Я.А. Автоматизированное управление запасами предприятия. – Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2002. – 104 с.
2. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990. – 272 с.
3. Иванов В.Б., Куликов Г.Г., Речкалов Я.А. Автоматизированное управление запасами. – Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2002, 104 с.

УДК 681.31.00

Н.Н. Венцов

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ АДАПТАЦИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР СБИС

Введение. Особенностью проектирования СБИС является проблема «проклятия размерности», сущность которой заключается не только в большой области поиска решения, но и в необходимости обработки огромных массивов информации, описывающих объект проектирования [1]. Основу информационного обеспечения большинства стандартных САПР СБИС, например, OrCad 9.2 [2] (рис. 1), составляют стандартные базы данных (БД), доступ к которым осуществляется при помощи компонент стандартных систем управления базами данных (СУБД) [2].

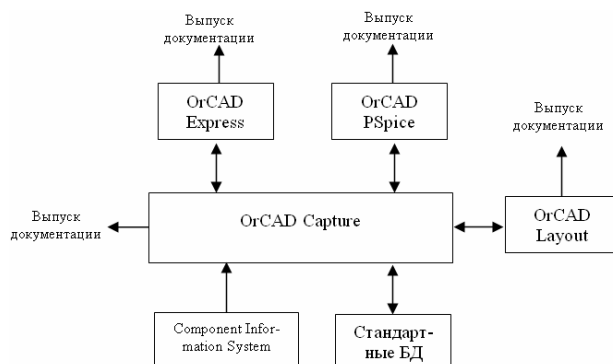


Рис. 1. Структура пакета OrCad 9.2

Основная часть. При построении эффективных механизмов доступа к локальным информационным массивам проектных данных большого объема и сложной структуры ключевое значение имеет сокращение числа операций дискового ввода-вывода [3]. В этой связи наиболее ресурсоемкой является операция соединения отношений, входящих в состав БД САПР СБИС. В связи с чем, выбор оптимального порядка соединения отношений является ключевой проблемой организации информационного обеспечения САПР СБИС.

В ситуациях, когда есть основания предполагать что статистические характеристики БД не соответствуют фактическим, используется схема адаптивной оптимизации запросов, которую предложили Кабра и Девит. Данный подход предполагает чередование процессов выполнения и оптимизации невыполненной части запроса. Для решения задачи выбора оптимального порядка соединения отношений, расположенных на одном узле САПР, используются модификации метода ветвей и