

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ ТОВАРОВ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Беляева М.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Управление реализацией и доставкой товаров предполагает решение следующих задач: осуществление прогноза объемов продаж товаров, составление оптимального плана посещения торговых точек торговым представителем с целью сбора заявок, составление оптимального плана доставки товара в торговые точки.

Нами была разработана интеллектуальная информационная система, позволяющая эффективно решать данные задачи. Целью создания системы является увеличение объема продаж товаров и повышение прибыли торгового предприятия. В качестве среды разработки была выбрана среда программирования Delphi, в качестве многопользовательской СУБД - Interbase, которая позволяет создавать информационные системы, функционирующие в архитектуре «клиент-сервер».

Задача составления прогноза объемов продаж товаров относится к классу слабоформализованных задач управления, которые характеризуются следующими особенностями:

- неопределенность или нечеткость условий и ограничений задачи, критериев и целей управления, невозможность или нецелесообразность получения для нее точного математического описания;
- недопустимой для автоматизации имеющимися вычислительными средствами сложностью формальной математической модели задачи.

Для решения слабоформализованных задач успешно применяются методы теории нечетких множеств, которые позволяют:

- учитывать различного рода неопределенности и неточности, вносимые субъектом и процессами управления;
- формализовать словесную информацию человека о задаче;
- существенно уменьшить число исходных элементов модели процесса управления и извлечь полезную информацию для построения алгоритма управления.

Классические нечеткие системы обладают тем недостатком, что для формулирования правил и функций принадлежности необходимо привлекать экспертов той или иной предметной области, что не всегда удается обеспечить. Адаптивные нечеткие системы решают эту проблему. В таких системах подбор параметров нечеткой системы производится в процессе обучения на экспериментальных данных. Для обучения нечеткой системы был использован генетический алгоритм [1].

Нечеткая адаптивная система с генетической настройкой параметров позволяет без участия эксперта оценить объем будущих продаж товаров и точнее спланировать коммерческую деятельность предприятия.

В данной системе на основе базы экспериментальных данных по объемам продаж автоматически формируется и настраивается нечеткая база знаний с одновременной оптимизацией значений функций принадлежности входных переменных нечеткой системы с помощью генетического алгоритма.

На вход нечеткой адаптивной системы подается вектор входных переменных  $X$  ( $x_1$ - количество денежных средств, направленное на стимулирование продаж,  $x_2$ - количество активных торговых точек,  $x_3$ - количество активных номенклатурных позиций) и, после проведения операций фазификации, нечеткого логического вывода и дефазификации, на выходе системы генерируются четкие значения выходной переменной  $Y$  (объема продаж). Обучающий алгоритм, реализованный в нечеткой системе, на основе экспериментальных данных по объемам продаж за прошлые периоды с помощью генетического алгоритма настраивает нечеткую базу знаний, оптимизируя вектор параметров нечеткой модели [2].

В нечеткой системе используется нечеткий логический вывод Мамдани, представленный правилами вида

ЕСЛИ  $x_1$  это  $A_1 \dots$  И  $\dots x_n$  это  $A_n$ , ТО  $y = B$ ,

где  $A_i$  и  $B$  – множество значений лингвистических переменных и соответствующих им функций принадлежности.

В интеллектуальной информационной системе разработан простой и удобный в использовании интерфейс, рассчитанный на неподготовленного пользователя. На рисунке 1 представлена экранная форма «Прогноз продаж» разработанной информационной системы с генетической настройкой функций принадлежности параметров нечеткой модели [3].

Задачи определения оптимальных путей доставки товаров клиентам, развозки товаров по торговым точкам, сбора заявок торговым представителем на торговых предприятиях решаются достаточно часто. Такие задачи успешно моделируются на основе теории графов с помощью задачи коммивояжера, для решения которой разработано множество методов и подходов. Однако все точные методы решения являются переборными и при большом количестве вершин графа требуют много времени для их решения. Однако можно за небольшое время получить приближенное решение задачи коммивояжера с помощью генетического алгоритма.

В качестве входных данных используются расстояния от каждой торговой точки до каждой торговой точки. Для решения данных задач разработан генетический алгоритм нахождения оптимальных путей посещения торговых точек торговым представителем с целью сбора заявок и путей объезда торговых точек водителем-экспедитором.

**Прогноз продаж**

Экспертные оценки    Выход

Желаемый объем продаж, шт.

	Количество ресурса	Минимум	Максимум
Денежные средства, направленные на стимулирование продаж, тыс.руб	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="42"/>
Активные торговые точки, шт	<input type="text" value="35"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="41"/>
Активные номенклатурные позиций, шт	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="60"/>

Объем продаж, шт.

Оценка

**Результат**

Желаемый объем продаж составляет - 10000 шт.  
 Планируемое количество ресурсов\*:  
 - денежных средств - 40 тыс.руб.;  
 - активных торговых точек - 35 шт.;  
 - активных номенклатурных позиций - 50 шт.

Прогнозируемый объем продаж составляет - 9596 шт.

\* Прогнозируемый объем продаж найден исходя из имеющихся в "Базе Знаний" данных.

Рисунок 1- Экранная форма «Прогноз продаж»

Результат решения задачи составления оптимального плана посещения торговых точек торговым представителем на основе генетического алгоритма в разработанной системе, представлен на рисунке 2.

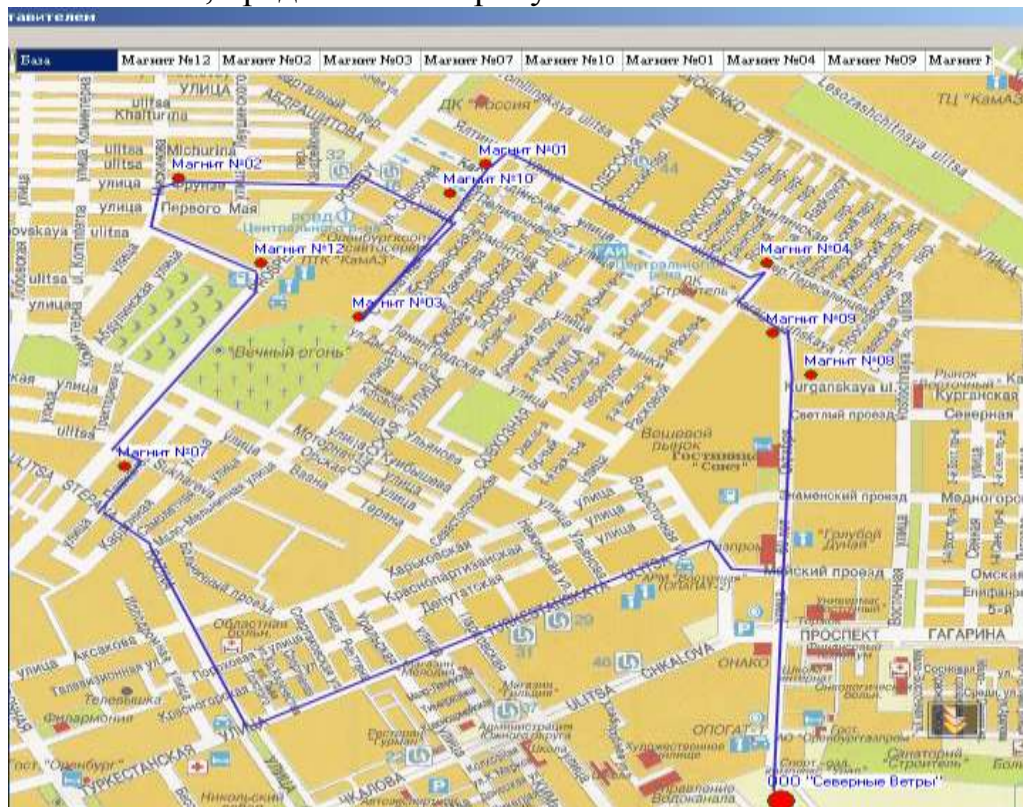


Рисунок 2- Оптимальный план посещения торговых точек

С точки зрения генетического алгоритма в качестве индивидуумов рассматриваются маршруты объезда торговых точек. Информация о маршруте записывается в виде одной хромосомы - вектора длины  $n$ , где в первой позиции стоит номер первой торговой точки на пути следования, затем - номер второй торговой точки и т. д.

Разработанная информационная система позволяет оперативно и достоверно прогнозировать объемы будущих продаж товаров, составлять оптимальные планы посещения торговых точек, что способствует оптимизации объемов закупок товаров на реализацию и повышению прибыли торгового предприятия.

#### *Список литературы*

- 1. Беляева, М.А. Интеллектуальная система поддержки принятия решений по выполнению заказа и оптимальной доставке продукции предприятия / М.А. Беляева.// Международная научно-практическая конференция «Актуальные научные исследования в условиях вызовов XXI века», Самара, ООО Офорт, 2016, С. 152-153*
- 2. Беляева, М.А. Нахождение оптимальных путей объезда торговых точек с помощью генетического алгоритма/М.А. Беляева// Международная научно-практическая конференция «Вопросы образования и науки: теоретический и практический аспекты», Самара, ООО Офорт, 2015, С.173-175.*
- 3. Рутковская, Д., Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы/ Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский.– М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.*

