

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ФАКТОРОВ РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Спorykhin В.Я., Полетайкин А.Н.

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра Автоматизированные системы управления

E-mail: sks_diat@ukr.net

Abstract

Sporykhin V.J., Poletaykin A.N. The development of structure of expert system of estimation of factors of realization of computer technology in Donbass region with the purpose of optimization is social-economic process of satisfaction of need of region in qualitative computer technology is considered in this article. It is shown topicality of using the mechanism of acquisition of knowledge's and optimization on information criterion for increasing of level an intellectualizing of enterprise and considered information process as a whole.

Объектом компьютеризации является торговая сеть компьютерной техники (КТ) — разветвленная сеть магазинов в городах Донецкой области с головным предприятием в областном центре и блоком снабжения в г. Киеве. Существующая автоматизированная система не в состоянии охватить все информационные потоки, имеющие место в функциональной части предприятия. Спрос на КТ — очень сложное многомерное социально-экономическое образование, которое требует адекватного представления и обработки с помощью современных информационных технологий. Анализ спроса — важнейшее звено в задаче оценки факторов реализации и требует привлечения экспертов, компетентных в данной предметной области. Наиболее эффективно данную задачу решает экспертная система (ЭС). При постановке диалога системы с пользователями ЭС аккумулирует знания экспертов и способна осуществлять вывод новых формальных знаний о предметной области с их последующим применением для вывода, и принятие управленческих решений, оптимизирующих функционирование объекта.

Структурная схема взаимодействия объекта с внешним рынком представлена на рисунке 1. В качестве примера рассмотрим подсистему реализации товара (ПРТ) в г. Донецке. Здесь четными стрелками обозначены материальные потоки в виде товара и финансов, нечетными — информационные потоки в форме инструкций, опросных данных, статистических материалов, рекламы, заказов, товарно-денежных отчетов и т.п.

Головное предприятие (ГП) передает товар с центрального склада в ПРТ (2), а также инструкции по реализации и ценообразованию (1). ПРТ реализует товар с локального склада (6), а также возвращает излишки, либо по запросу из ГП (1) товар (4), в том числе товар (8), возвращенный потребителем в установленном порядке (1). ПРТ возвращает в ГП товарно-денежные отчеты о реализации товара, а также обеспечивает информационную поддержку (5) торговли (например, реклама).

Особого внимания требует входящий информационный поток (F), представляющий собой совокупное влияние неценовых факторов спроса (НФС). Задача филиала заключается в оценке факторов и построению оптимального заказа и передаче его по информационному каналу (3) в ГП. Проведенное маркетинговое исследование по данной задаче показало, что возмущающее, искажающее, нивелирующее воздействие на спрос компьютерной техники на рынке оказывает ряд существенных факторов (таблица 1).

Неценовые факторы спроса представляют собой стохастически-детерминированные социально-экономические образования, которые можно системно описать как нечеткое множество в виде дискретных (рисунок 2, а), дискретно-непрерывных (б) и непрерывных (в) функций принадлежности $\mu(x)$ [1]. Здесь $\mu_i(x)$ — характеристическая функция

принадлежности элемента $x \in X$ по i -му фактору $F_i \subseteq X$, где X — универсальное множество, и принимает значение в интервале $[0,1]$. Влияние i -го фактора на систему определяется интегрально по оценкам, полученным на базе модели нечеткой логики с учетом ранжирования по признакам классификации КТ из таблицы 1.

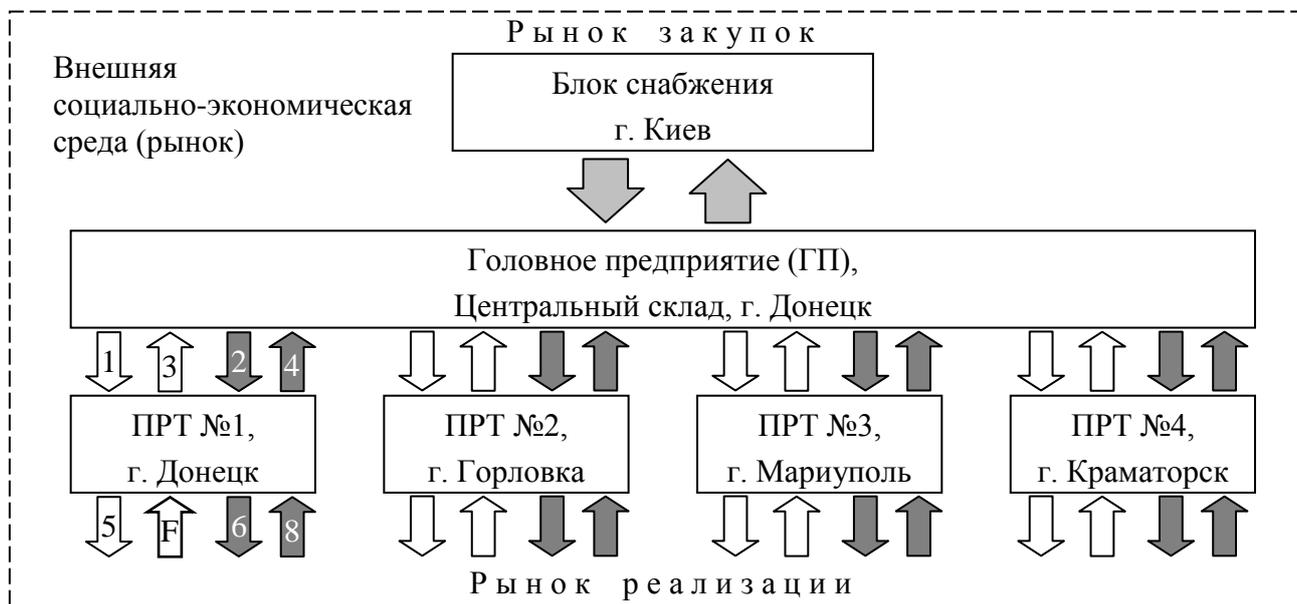


Рисунок 1 — Структурная схема взаимодействия объекта с рынком

Таблица 1 — Ранговая таблица экспертной оценки факторов реализации КТ

Основные признаки классификации КТ	Неценовые факторы спроса на КТ								ИТОГО
	Денежные доходы покупателя	Сезонные, погодные условия; периодичность	Уровень культуры быта	Распределение по половозрастному составу	Потребительские вкусы.	Число покупателей.	Цены на сопряженные товары	Насыщенность рынка аналогами	
Цели использования	4	8	8	10	8	10	2	0	50
Основные требования	10	7	6	5	5	9	10	10	62
Уровень производительности	10	10	0	8	2	5	1	6	42
Уровень надежности	10	4	0	3	1	5	9	8	40
Предпочтения определенным маркам	10	10	10	5	10	8	5	9	75
Дальнейшая возможность модернизации	9	2	0	4	4	6	1	7	33
Цена	10	10	4	7	1	7	10	10	69
Форм-фактор	5	0	0	5	8	5	7	10	40
Дизайнерские решения	9	8	9	9	9	4	5	8	61
Сервисное обслуживание	7	5	7	1	2	0	0	7	29
ИТОГО	84	64	44	57	50	59	50	75	

Данная таблица получена с использованием методов экспертных оценок выделенных факторов относительно признаков классификации КТ группой экспертов из области компьютерной инженерии, менеджмента и психологии с усреднением. Из таблицы ясно, что исключить из

рассмотрения какой-либо фактор означает выпустить из внимания существенную информацию о рынке. Принимая во внимание сложность и многомерность каждого из указанных факторов, а также слабую структурированность предметной области, приходим к выводу о необходимости применения дополнительных методов исследований — системного и информационного анализа, — которые оказывают большую помощь организации слабо структурированных знаний.

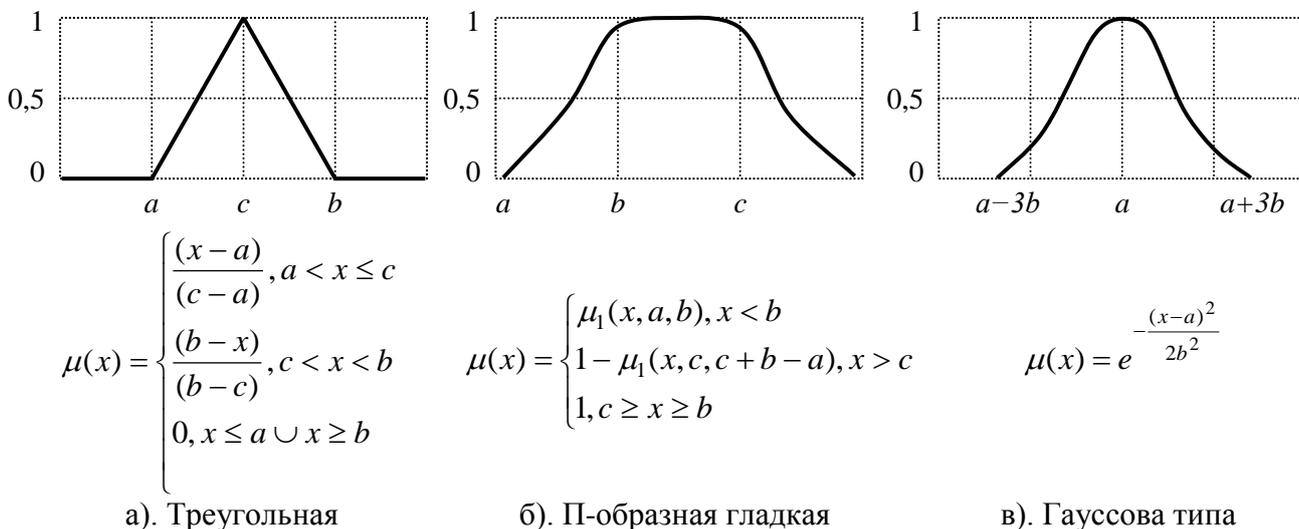


Рисунок 2 — Варианты функций принадлежности нечеткого множества

Системное исследование указывает на необходимость определения критерия эффективности в системе. Целью создания экспертной системы оценки факторов реализации является интеллектуализация деятельности предприятия, направленная на оптимизацию процесса реализации компьютерной техники. Целевой критерий, таким образом, заключается в следующих выражениях (1–5). За счет разработки ЭС и развития структуры предприятия происходит **повышение компетентности объекта**, то есть увеличение информационного потенциала за счет функционально-структурной организации, причиненной разработкой ЭС. Если уровень компетентности обозначить в общем виде как степень преобладания информационной структуры $W_{INF Ob}$ в репертуаре системы S_{Ob} , то данный критерий:

$$\frac{W_{INF Ob}}{S_{Ob}} \rightarrow 1. \tag{1}$$

В инфодинамике [3, 4] под S_{Ob} понимается максимально возможная обобщенная энтропия — **ОЭ_М**, а числитель представляет собой негэнтропию, обобщенную для данной системы — **ОНГ**, — которая находится из разности **ОЭ_М – ОЭ_Ф**, где **ОЭ_Ф** — фактическая обобщенная энтропия, — и находится в соответствии с выражением Шеннона на основе аддитивных данных условных энтропий влияющих на систему факторов (2).

$$ОНГ(B/x) = -\sum_{i=1}^n k_i P(B/x_i) \log_2 P(B/x_i), \tag{2}$$

где P – условная от отдельных факторов вероятностная оценка достижения цели;
 B – критерий достижения цели системы;
 x_i – вероятностные оценки отдельных n факторов, влияющих на систему;
 k_i – коэффициент рассеяния информации для отдельных факторов, $k_i \geq 1$.

Оценки $P(B/x_i)$ могут быть получены из нечеткой модели экспертных знаний о влиянии факторов x_i , а также любым другим вероятностным методом оценки.

Необходимо учесть, что структура системы в результате получения ОНГ может усложниться (наполниться знаниями, связями), в результате чего максимальная ОЭ повышается до $OЭ_{ми}$. Графически соотношения рассмотренных характеристик представлены на рисунке 3.

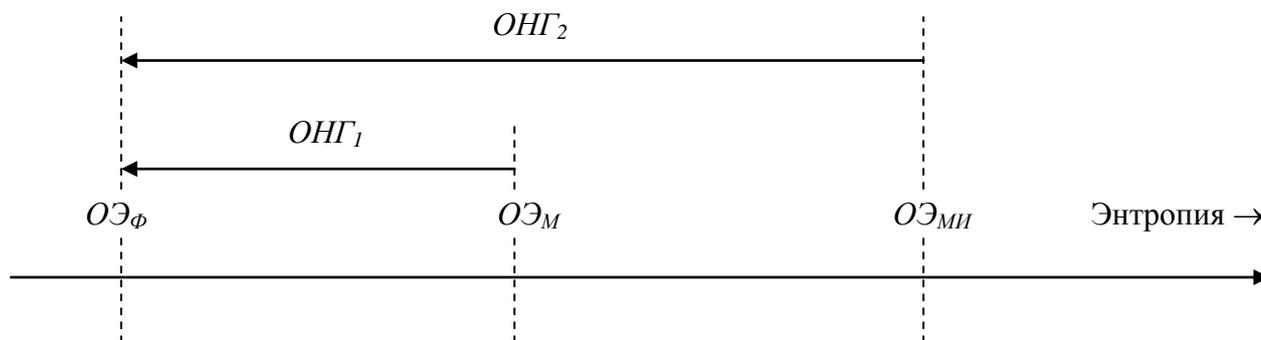


Рисунок 3 — Геометрический смысл взаимодействия информационных оценок системы

Общесравнимые значения $OЭ_M$, $OЭ_Ф$ и $ОНГ$ имеют единые единицы измерения (бит) в любых системах. Это даёт возможность составлять балансы-неравенства их передачи между системами, что в свою очередь позволяет посредством варьирования факторами и их динамикой, максимально приблизить модели к реальным объектам и их оптимизировать. Из [4] известно два варианта оптимизационных балансовых неравенств — $ОНГ$ и $OЭ_Ф$. Для баланса $ОНГ$, если структуру одного пункта (ОП) реализации товара (ПРТ) дополнить подсистемой исследования спроса (ПИС), подсистемой снабжения (ПС) и разрабатываемой ЭС, то для ОП имеем балансовую оценку фактической обобщенной энтропии до начала разработки ЭС (3) и после (4).

$$OЭ_{ОП_1} = OЭ_{ПРТ_1}; \tag{3}$$

$$OЭ_{ОП_2} \geq OЭ_{ПРТ_2} + OЭ_{ПИС} + OЭ_{ПС} + OЭ_{ЭС}. \tag{4}$$

Подставляя (3) в (4) и учитывая, что $OЭ_{ОП_2} = OЭ_{ОП_1} + ОНГ_{ОП}$, где $ОНГ_{ОП}$ – $ОНГ$, полученная предприятием в результате разработки ЭС за период $(t_1 - t_2)$, имеем (5):

$$ОНГ_{ОП} - ОНГ_{ПРТ} \geq OЭ_{ПИС} + OЭ_{ПС} + OЭ_{ЭС}. \tag{5}$$

$ОНГ$, полученная системой ОП в период $(t_1 - t_2)$ за вычетом $ОНГ$, приобретенной подсистемой ПРТ не может быть меньше суммарной $OЭ$ выделенных структурных подразделений ПИС, ПС и собственно экспертной системы. Если при развитии системы эти $OЭ$ будут стремиться к нулю (а $ОНГ$ приближаться к $OЭ_M$), то $ОНГ_{ОП}$ все равно будет превышать $ОНГ_{ПРТ}$ на величину $ОНГ$, введенной в ЭС и вспомогательные подразделения. Таким образом получен целевой критерий структурирования знаний о предметной области.

Дальнейшая оптимизация ведется по социально экономическим показателям:

Минимизации времени простоя номенклатуры N товарных единиц на складе:

$$\sum_{i=1}^N q_i (T_{Pi} - T_{Pi}) \rightarrow \min, \tag{6}$$

где: T_{Pi} – момент поступления i -й товарной единицы в количестве q_i ;
 T_{Pi} – момент реализации i -й товарной единицы.

Минимизации времени обслуживания L заявок потребителя:

$$\sum_{l=1}^L (T_{3l} - T_{Bl}) \rightarrow \min \tag{7}$$

при общей вероятности отказов $P_{ОТК} \rightarrow 0$, где: T_{3l} – момент поступления l -й заявки;
 T_{Bl} – момент выполнения l -й заявки.

Повышении точности предложения номенклатуры M товарных единиц:

$$\sum_{k=1}^M \sqrt{Q_{D_k}^2 - Q_{S_k}^2} \rightarrow \min , \tag{8}$$

где: Q_{D_k} – величина спроса на k -ю товарную единицу;
 Q_{S_k} – величина предложения k -й товарной единицы.

Выражения 1 – 5 характеризуют объект в целом, в то время как остальные три вычисляются для каждой товарной единицы в конкретном пункте реализации, в связи с чем агрегируются в суммарные показатели и актуальны для данного периферийного магазина. Кроме того, задачи 6, 7 связаны с моделированием систем массового обслуживания, 6 – 8 предусматривает экономико-математические методы оценки, которые сами по себе не представляют ценности в задаче оптимизации, однако их интеграция с методами оценки неценовых факторов представляет большой научный интерес.

Разрабатываемая ЭС предусматривает ведение интеллектуальной базы данных (ИБД), которая содержит уровни БД и БЗ и включает логику связи данных [2]. ЭС реализует многоуровневую оценку факторов, включая вербальные, статистические, вероятностные и информационные оценки. Первые три вида оценок являются экспертными, информационные представляют собой энтропийные и неэнтропийные оценки и требуют знаний о функциональной структуре объекта исследования [3]. Последний представляет собой социально-экономическую среду (систему), в которую погружен объект-предприятие. Предмет исследования — оптимизация информационной структуры системы. В рамках данного исследования ЭС выполняет следующие функции:

1. Розыгрыш первичной модели реализации на основе данных и знаний экспертов.
2. Информационная оценка факторов.
3. Оптимизация экспертно полученной модели по информационным критериям.
4. Формирование запросов экспертной системой по уточнению фактов и знаний в ИБД на естественном языке — повышение компетентности ЭС.
5. Вывод объяснений сделанных выводов и принятых решений, а также рекомендаций по их выполнению — повышение компетентности пользователя.
6. Выполнение запросов пользователя — обратная информационная связь «Объект → ЭС».
7. Интеллектуальный интерфейс взаимодействия с пользователями.

Реализация функции 1 сопряжена с имитационным моделированием внешней среды, что указывает на динамику разрабатываемой ЭС. На данном этапе применяются методы и модели нечеткой логики, вероятностной математики и инженерии знаний. Функции 2 и 3 реализуют методы инфодинамики энтропийной и неэнтропийной оценки связей, элементов и системы в целом. Функции 4 – 7 обеспечивают взаимодействие ЭС с внешней средой, что выражается в наполнении ИБД данными и информационными связями. Структурная схема разрабатываемой ЭС представлена на рисунке 4.

Подсистема информационной оценки работает с результатами моделирования внешней среды и имеет обратную связь с подсистемой моделирования с целью коррекции модели по информационным критериям. Подсистема моделирования среды активно взаимодействует с ИБД и подсистемой вывода. Подсистема вывода реализует вывод новых знаний на базе фактов и правил, содержащихся в БЗ. Подсистема приобретения знаний реализует функции 4 и 6 и непосредственно взаимодействует с пользователем через интеллектуальный интерфейс. Все подсистемы имеют выход в подсистему объяснений, что предусматривает вербальное пояснение системой операций (функция 5), реализуемое также посредством интерфейса.

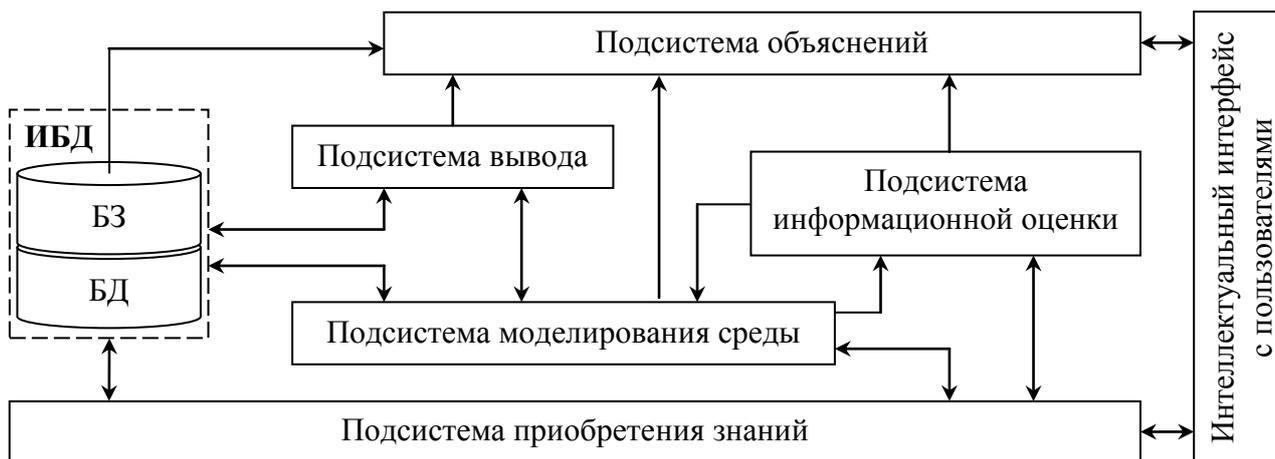


Рисунок 4 — Структурная схема разрабатываемой ЭС

Интеллектуальный интерфейс реализует взаимодействие ЭС с пользователями на естественном языке, чем достигается максимально эффективная связь ЭС – Объект. Предусмотренные четыре уровня доступа к ЭС (разработчик, инженер по знаниям, эксперт, клерк) обеспечивают удобство пользователям, занятым решением набора задач, определяемых ролью пользователей в ЭС и уровнем их компетентности, чем также обеспечивается безопасность ЭС, в частности целостность и достоверность ИБД. Конечным результатом ЭС является прогноз реализации определенной номенклатуры товара в определенном количестве для каждого филиала, включая рекомендации по реализации и ценообразованию.

Экспертная система дает возможность получать стабильные, точные и прозрачные прогнозы спроса и имеет возможности повышать свою компетентность, а так же сохранить результаты обработки информации в долговременной памяти ЭВМ. Данным обстоятельством гарантируется повышение совокупного интеллектуального потенциала системы «ЭС – Объект», что является ключевым аспектом эффективного функционирования предприятия на современном рынке.

Выводы:

1. Разработана функциональная структура экспертной системы оценки факторов реализации компьютерной техники.
2. Предложены целевые критерии для оценки состояния рассматриваемой социально-экономической системы.
3. Показана актуальность применения механизма приобретения знаний и оптимизации по информационному критерию для повышения уровня интеллектуализации объекта и рассматриваемого информационного процесса в целом.

Литература

1. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. — Тюмень: Изд-во ТГУ, 2000. — 352 с.
2. Красилов А.А. Экология знания и интеллектуальные системы. //Сб: Высокие технологии в промышленности России, — М.: Международная академия информатизации, 1997. — С. 153–160.
3. Лийв Э.Х. Инфодинамика. Обобщённая энтропия и негэнтропия. — Таллинн, 1998. — 200 с. библи. 131 ед. (http://www.bibl.ru/es/infodinamika_ob-1.htm).
4. Лийв Э.Х. Обобщённая негэнтропия, её поле и информационная среда. — Таллинн, Изд. ТТУ, 2001. — 36 с. библи. 15 ед.