

УДК 65.011.56

К. А. Губа, Г. Н. Дюбанов

Новосибирский государственный технический университет
пр. К. Маркса, 20, Новосибирск, 630073, Россия

E-mail: ksenia.guba@gmail.com

ОПТИМИЗАЦИЯ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Логистические проблемы актуальны для каждого предприятия, которое имеет дело с материальными запасами. Как быстро найти товар на складе? Как разместить больше материалов на меньших площадях? Как планировать деятельность при различных сбоях в поставках? Использование программ на основе нечеткой логики может решить эти и другие задачи.

Ключевые слова: логистика, склад, оптимизация, размещение, нечеткая логика, нечеткие множества, управление запасами.

В настоящее время в деятельности каждого предприятия все большую роль играет *логистика* – совокупность способов и методов эффективного управления товарными потоками с обеспечением наименьших издержек и высокого уровня организации осуществления процессов снабжения, управления товарным рынком, производства и сбыта, включая и послепродажное обслуживание [1]. При этом для всех предприятий одинаково важное значение имеет складская логистика, которая направлена на управление материальными потоками в цепочках поставок. Значение склада, как организационной единицы, в рыночной экономике только растет. Около 1,75 млн человек работают в логистической среде, и около 40 % затрат предприятия приходится на логистические процессы [2]. Доля складских затрат в итоговой стоимости продукта имеет весьма весомое значение, и потому вопрос оптимизации складских процессов актуален в той или иной степени практически для каждого предприятия. Логистика играет важную роль в поддержании экономического процветания и социального благополучия.

Для рационального размещения товаров на складе разработано немало методов, например, адресная система, метод Парето, ABC- и XYZ-анализ и т. д. Они позволяют минимизировать количество передвижений на складе, но акцентируют внимание на различных аспектах. Если менеджер будет руководствоваться сразу несколькими методами, то скорее всего будут получены неоднозначные результаты (по ABC-анализу данную единицу груза следует расположить в одной зоне склада, а в соответствии с «задачей о ранце» – в другой), что затруднит принятие конечного решения.

Автоматическое управление и контроль также в значительной степени позволяют оптимизировать работу склада. Будь то просто файлы в Excel или самостоятельные системы управления складом, в любом случае это надежнее, чем записи на бумажных носителях или хранение информации в голове.

Большинство существующих информационных систем в настоящее время способствует лишь упорядочиванию и контролю процесса грузоразмещения: базы данных хранят информацию о тех или иных товарах, о ячейках, программные комплексы помогают автоматизировать документооборот, в редких случаях производится ABC-анализ. Вся предоставляемая информация имеет разрозненный характер и может только способствовать принятию управленческого решения.

Почему бы не доверить автоматической системе принятие этого решения?

Программа может учесть значительно большее количество факторов и, сопоставив отдельные характеристики, выбрать оптимальное решение. Достаточно один раз «объяснить правила игры», и мы можем рассчитывать на наиболее эффективное размещение товаров каждого прихода.

Для реализации такого способа принятия решений мы обратились к теории нечетких множеств. В рамках данной теории рассматриваются элементы множеств, для которых функция принадлежности представляет собой не жесткий порог (принадлежит / не принадлежит, как в бинарной логике), а плавную сигмоиду (обычно ломаную кривую), пробегающую все значения от нуля до единицы (рис. 1).

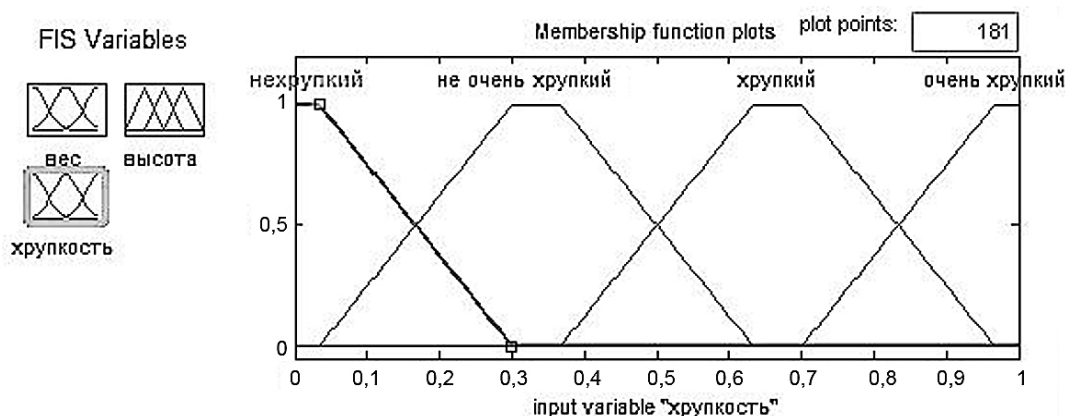


Рис. 1. Описание лингвистической переменной Хрупкость товара

Таким образом, на входе уже не четкие цифры, а некоторые размытые данные. Далее, с учетом взаимодействия этих характеристик по некоторым правилам принимается четкое решение (рис. 2).

Практический опыт разработки систем на нечетких множествах свидетельствует о том, что сроки и стоимость их проектирования значительно ниже, чем при использовании традиционного математического аппарата, при этом обеспечиваются требуемые уровни качества. Лотфи Заде по этому поводу заметил, что «почти всегда можно сделать такой же продукт без нечеткой логики, но с нечеткой будет быстрее и дешевле» [3].

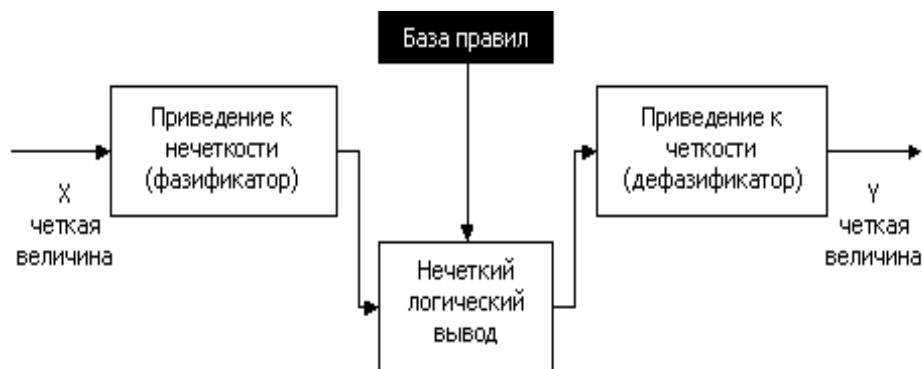


Рис. 2. Система нечеткого логического вывода [4]

Многие зарубежные страны уже давно взяли это себе на заметку и активно используют аппарат нечеткой логики для решения различных задач, в том числе и логистических. Так, на конференции «Нейросетевые технологии и их применение» в Донбасской государственной машиностроительной академии было предложено прогнозирование материальных потоков предприятия на основе методов нечеткой логики [5]. В рамках «The 2011 New Orleans International Academic Conference» было предложено использование нечетких деревьев решений для определения расположения логистического центра [6]. Существуют исследования японских авторов, в которых доказывается большая эффективность нечетких методов по сравнению со стандартными, на примере логистических операций. Например, Optimum Stacking Method based on Fuzzy Systems Theory in Container Terminal (способ оптимальной укладки в контейнерных терминалах, основанный на теории нечетких систем) [7]. Таким образом, нечеткие методы выигрывают как по времени выполнения операций, так и по использованию склад-

ских площадей. Кроме того, чем крупнее масштаб операции (время размещения одной единицы груза или разгрузки всего блока), тем больше разница в пользу нечетких методов. Методы теории нечетких множеств способствуют наиболее полному заполнению одного места хранения, в то время как традиционные методы приводят к рассредоточению груза по складу.

Нечеткие множества дают возможность формализовать величины, имеющие качественную основу, выявить причинно-следственные связи между регулируемыми параметрами и влияющими на них величинами и сформулировать нечеткий прогноз в условиях неопределенности параметров прогнозирования.

Использование нечеткой логики принципиально упрощает решение ряда задач с точки зрения принятия решений. Но, несмотря на явные преимущества, данный аппарат еще не получил широкого распространения в логистической среде в рамках российской действительности.

В результате проведенных исследований был разработан программный модуль, который представляет собой «советчик кладовщика» (рис. 3). Получая ряд данных о поставленных товарах, программа на основе определенных алгоритмов рекомендует, в какой именно ячейке склада следует разместить пришедший товар, чтобы это было наиболее эффективно.

Рис. 3. Система нечеткого логического вывода

Программа имеет возможность загрузить и обработать внешние данные (в формате Excel), которые содержат информацию об имеющихся товарах, а также о ячейках склада (размеры, расположение, занятость). Кроме того, программа имеет доступный пользовательский интерфейс для просмотра и изменения загруженных данных. В рамках работы программы, основываясь на имеющихся (или введенных) данных, формируется список ячеек склада, наиболее подходящих для размещения поступившей партии товаров.

Выбор ячеек учитывает:

- габариты груза (размер, вес);

- хрупкость груза (нечеткая характеристика, определяемая пользователем).

Выбор ячеек основан на следующих принципах:

- размеры груза соответствуют свободному месту в ячейке (даже если ячейка частично занята);
- тяжелые и хрупкие предметы размещаются ближе к проходу, легкие и небьющиеся могут быть отнесены дальше и подняты выше;
- если товар может быть как угодно развернут, то достаточно общего соответствия объемов, если же переворачивать товар не рекомендуется, то он должен соответствовать свободной высоте занимаемой ячейки.

Данные принципы описаны в программе в качестве нечетких правил.

После того, как пользователь выберет, в какой части склада необходимо разместить товар, информация об этом сохраняется во внутренней «базе данных». Изменяются характеристики заполненности ячеек, дополняется информация о товарах.

В программе имеется возможность поиска товаров в базе по названию, а также просмотра уже имеющихся в базе товаров с целью редактирования их характеристик, размещения или изъятия со склада. Программа позволяет выгружать измененные данные по партиям товаров и по ячейкам во внешнюю среду (в формате Excel).

Автоматизирование процесса принятия решения снижает роль человеческого фактора, в то время как именно этот фактор оказывает влияние на каждый этап технологического процесса неавтоматизированного склада. Так, не имея четких правил и алгоритмов действия, контролируемых системой, персонал склонен поступать по принципу как легче и удобнее. По мере роста оборотов бизнеса на сотрудников обрушивается огромный поток информации, человеческая память попросту перегружается и, как следствие, увеличивается число совершаемых ошибок. Людям свойственно забывать, отвлекаться, путать. Нередки ситуации, когда работники склада чувствуют себя незаменимыми людьми, обладающими уникальной информацией о местоположении товаров. В таком случае увольнение даже нечистого на руку кладовщика становится проблемой, ведь никто больше не знает, где хранится искомый товар.

Использование автоматической системы управления складом позволяет сделать влияние человеческого фактора на процедуру принятия решений и конечный результат минимальным. Автоматизация склада существенно снижает риски, связанные с ошибками людей. Поскольку система сама знает местонахождение грузов, требования к квалификации исполнителей снижаются.

Если разложить складскую деятельность на составляющие этапы, мы увидим, что больше половины этого времени (до 55 %) уходит на перемещения персонала по складу, 15 % – поиск товара, 10 % – на его извлечение из мест хранения и 20 % – на подготовку документов¹.

В результате использования разработанной программы:

- упорядочиваются и оптимизируются технологические процессы работы с материальными потоками;
- повышается точность данных о количестве и размещении груза на складе;
- оптимизируется использование складских площадей, увеличивается вместимость;
- уменьшается вероятность порчи товаров, как во время размещения, так и хранения;
- снижаются эксплуатационные расходы;
- уменьшается коэффициент использования подъемно-транспортного оборудования;
- сокращается время адаптации нового персонала.

Таким образом, даже использование небольшого программного модуля может значительно оптимизировать работу склада и сократить складские издержки.

На текущий момент программа оперирует всего семью лингвистическими переменными, описывающими габариты груза, вес, хрупкость, а также размеры свободного места в ячейке. В дальнейшем могут быть рассмотрены другие нечеткие характеристики: сроки поставки, условия хранения, способ хранения и т. д. Характеристики ячеек могут быть дополнены их прочностью, устойчивостью, формой. Для их применения необходимо лишь дополнить используемые принципы размещения. Конечно, количество используемых правил также возрастет, но и эффективность такого модуля в работе значительно увеличится.

¹ Управление трудовыми ресурсами склада. URL: <http://www.west-pereezd.ru/upravlenie-trudovimi-resursami-sklada.html>.

Для расширения возможностей программы могут быть задействованы и другие форматы баз данных, генерируемые тем или иным программным комплексом. Да и в целом, более тесное взаимодействие с уже используемым программным комплексом несет в себе большие возможности. Используемые в информационной системе точные данные можно легко преобразовать в нечеткие характеристики. Конечное решение о размещении также может быть автоматически занесено в систему.

В целом, предложенная программа является только началом долгого пути складской оптимизации. Она задает основные принципы, ориентирована на общие закономерности, может быть доработана как вширь, с целью учета большего количества параметров, так и вглубь, для описания действий с учетом специфики деятельности конкретного склада.

Таким образом, в рамках исследования был проведен анализ различных способов оптимизации складской логистики, выявлены их недостатки, такие как невозможность совместного использования для быстрого принятия решения и учета случайного характера материального снабжения. По этим причинам было предложено для разработки дальнейших мер по оптимизации использование теории нечетких множеств. Принципы нечеткой логики позволяют свести количество необходимых данных по грузам к минимуму, а также учесть различные сбои в поставках, как по срокам, так и по количеству. В связи с этим функцию принятия решения о размещении товара в том или ином месте можно переложить на информационную систему, а не на экспертный взгляд сотрудника склада. Данный подход открывает обширные возможности для оптимизации различных логистических задач, может быть использован для повышения эффективности различных сфер деятельности предприятия. Дальнейшие исследования в этом направлении будут способствовать формированию универсальных решений в вопросе управления материальными потоками.

Список литературы

1. *Саркисов С. В.* Управление логистикой: Учеб. пособие. М.: Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2001.
2. *McKinnon A.* The Present and Future Land Requirements of Logistical Activities // *Land Use Policy*. 2009. Vol. 26. Suppl. I. P. 293–301.
3. *Ghiaus C.* Fuzzy Model and Control of a Fan-coil // *Journal of Energy and Buildings*. 2001. Vol. 33. P. 545–551.
4. *Паклин Н.* Нечеткая логика – математические основы. URL: www.basegroup.ru/library/analysis/fuzzylogic/math/
5. *Гущин В. М., Железняк В. Ю., Гущин К. О.* Прогнозирование материальных потоков предприятия на основе методов нечеткой логики // *Нейросетевые технологии и их применение: Сб. докл. Междунар. конф., 12–13 ноября 2003 г. Краматорск: Донбасс. гос. машиностроит. акад., 2003. С. 36–48.*
6. *Burak ErKayman, Emin Gundogar, Gökay Akkaya, Mümtaz İpe* A Fuzzy Topsis Approach For Logistics Center Location Selection // *The 2011 New Orleans International Academic Conference*. 2011. P. 515–521.
7. *Yoshiyuki Higuchi* Optimum Stacking Method Based on Fuzzy Systems Theory in Container Terminal // *The Japan Society of Mechanical Engineers*. 1999. Vol. 65. P. 431–443.

Материал поступил в редколлегию 08.04.2013

K. A. Guba, G. N. Dubanov

OPTIMIZING WAREHOUSE LOGISTICS THROUGH FUZZY LOGIC

Logistic problem are actual for each organization using recourses. How to find the product quickly in a warehouse? How to place more materials in the limited area? How to plan business with various disrupted delivery? Using fuzzy logic programs allow solving these and other problems.

Keywords: logistics, warehouse, optimization, placement, fuzzy logic, fuzzy sets, inventory management.