

УДК 658.7:519.9

А.В. Дорохов

Харьковский национальный экономический университет

## НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРИНЯТИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ РЫНКЕ

*Предложен оригинальный подход к определению предрасположенности аптек-заказчиков к оптовым фармацевтическим предприятиям на основе сравнения нечетко-множественных оценок требований аптек к качеству их логистического обслуживания и предоставляемого оптовиками его уровня. Выделены основные критерии качества обслуживания на оптовом фармацевтическом рынке Украины. Приведена краткая формализованная постановка задачи, а также алгоритм ее решения на основе свертки нечетко-множественных отношений оценок отдельных сервисных критериев, а также пример численного расчета.*

**Ключевые слова:** моделирование логистических решений, качество логистического обслуживания.

### Введение

**Постановка проблемы в общем виде.** Значительный рост объемов продажи лекарственных средств, увеличение их предложения, сильная конкуренция между производителями, поставщиками, импортерами лекарств обуславливает сложность, неопределенность и изменчивость ситуации на фармацевтическом рынке Украины. В таких условиях для осуществления эффективного логистического менеджмента необходимо взвешенно подходить к принятию решений о размещении заказов на фармацевтические товары, осуществлять стратегический контроль закупочной деятельности [1].

**Анализ последних исследований и публикаций.** В разных экономических условиях значение задач выбора аптечными учреждениями оптовых фармацевтических поставщиков неодинаково.

Если ранее, при плановом распределении выбор поставщиков фармацевтической продукции практически отсутствовал (закупки, поставки планировались централизованно, назначались директивно, имели географическую, ведомственную, иную закрепленность), то в рыночных условиях многова-

риантность возможных поставщиков делает их обоснованный выбор особенно важным [2].

Учитывая высокие цены на лекарства, потери от ошибочных решений могут стать очень значительными. Поэтому необходима оценка потенциальных поставщиков как при первичном выборе, так и при долговременном взаимодействии.

Периодический мониторинг параметров логистического обслуживания, соотношения которых по разным причинам могут динамично меняться, состоит в постоянном контроле и корректировке соответствующих решений. Целесообразно также информирование поставщиков об определенном для них рейтинге, чтобы побудить их к улучшению обслуживания. Возникает необходимость сравнений по нескольким критериям, определяющим выбор.

Многокритериальному выбору на множестве альтернатив в различных постановках посвящено значительное количество исследований. Учеными области математического моделирования, системного анализа, технической кибернетики, теории принятия решений (такими, как Белман, Глушков, Заде, Зайченко, Кофман, Ларичев, Марчук, Саати, Райфа

и другие), разработано и предложено большое число разнообразных методов, подходов, алгоритмов решения. Среди них – теория нечетких множеств, метод анализа иерархий, теория полезности, вербальный анализ решений и другие. Создано программное обеспечение в виде как специализированных пакетов, так и в составе сред моделирования (ExpertChoice, QuickChoice, Deductor, Matlab, Fuzzytech, NeyDis и другие).

#### **Выделение нерешенных частей проблемы.**

На практике методы и модели многокритериального выбора на множестве альтернатив при принятии решений именно в фармацевтической области на сегодняшний день в Украине не разработаны и не используются. Руководство, менеджмент, лица принимающие решения на фармацевтических предприятиях о существовании теоретических разработок, программных продуктов для поддержки принятия решений не знают и в повседневной управленческой, коммерческой практике их не применяют.

**Цель данной работы** – обосновать возможность, целесообразность, необходимость применения нечеткого моделирования логистического обслуживания на оптовом фармацевтическом рынке на примере рассмотрения одной из методик. Целесообразность применения именно предложенного подхода и его эффективность, сравнение с известными методами решения задач выбора должны быть предметом дальнейших исследований.

Рассмотрена возможность сравнения альтернатив при оценках критериев в виде нечетких множеств, то есть сравнение параметров обслуживания аптек поставщиками (производителями фармацевтической продукции, оптовыми фирмами) для дальнейшего выбора в условиях, когда оценки обслуживания аптек представлены нечеткими множествами, отражающими уровень соответствия качества сервиса требованиям клиентов. При этом предлагается использовать нечетко-множественную свертку [3].

### **Основная часть**

**Нечеткие критерии логистического обслуживания на фармацевтическом рынке.** Качественное логистическое обслуживание, базируясь на принципах системного подхода, требует скоординированного взаимодействия всех участников логистической цепи в едином технологическом процессе прохождения потоков (материальных, финансовых, информационных) с целью минимизации совокупных затрат. Оно возможно, только если вся логистическая цепь работает как единая система [4]. Но в условиях фармацевтического рынка Украины логистические цепочки отличаются частичной или полной независимостью участников. Для каждого оптового фармацевтического предприятия возникает необходимость проводить изучение склонности потенциальных аптек-клиентов к определенному оптовику с одной стороны, и определение собственной позиции среди других оптовиков на рынке с другой.

Методология таких исследований предполагает комплексное использование статистических и экспертных методов. Однако применение первых, требующих объемной, достоверной, достаточной информации, затруднено отсутствием таковой, невозможностью ее получения в конкурентных условиях. Использование же экспертных методов затрудняется влиянием субъективности оценок и недостаточной корректностью результатов из-за возможных неискренних ответов экспертов (опрошенных) по соображениям коммерческой, корпоративной тайны, личным причинам, склонностям и т.п.

Это вызывает необходимость поиска и использования не прямых методов оценки оптовиков в условиях недостаточности информации о предпочтениях и требованиях аптек к оптовикам, в частности на основе использования нечетких оценок параметров логистического обслуживания. Такие оценки можно получить от лиц принимающих решения. Естественно наличие субъективной составляющей, отражающей мнения и предпочтения конкретных менеджеров, руководства фармацевтических фирм. Однако тут, в отличие от экспертных методов оценивания, полученные числовые оценки являются приемлемыми, обоснованными, корректно отражающими действительность именно для этого конкретного предприятия в определенных условиях его деятельности.

При исследовании логистических систем на фармацевтическом рынке следует выделить и использовать показатели, дающие объективную качественную оценку как всей системы, так и отдельных ее подсистем и компонентов. Выбор аптеками оптовиков (как элемента логистической цепи) обуславливается требованиями предоставления аптекам необходимого им набора логистических функций и обеспечения уровня соответствующих параметров.

На основе изучения практики дистрибуции параметрами оценки оптовиков аптеками определены ценовые, временные, имиджевые критерии, а также качество выполнения заказов, надежностью обслуживания и т.п. (табл. 1).

Вся совокупность данных критериев должна способствовать оперативной реализации логистического принципа обслуживания “just in time”.

**Математическая модель и алгоритм вычислений.** В реальной конкурентной среде на региональных рынках функционируют несколько оптовиков и значительное количество аптек. Соответственно построим модель, где имеются парные нечетко-множественные отношения «оптовик – параметры логистического обслуживания» и «аптека – параметры логистического обслуживания». Обозначим множество оптовиков, среди которых аптеками могут размещаться заказы, как  $P$ ; множество параметров логистического обслуживания – как  $B$ ; множество аптек - потенциальных клиентов – как  $A$ .

Математически модель представим следующим образом. Имеются универсумы  $X_1, X_2, X_3$  (с соответствующими функциями принадлежности), содержа-

тельным смыслом которых являются наборы фирм-логистических операторов, предприятий-клиентов логистического обслуживания, самих параметров обслуживания.

Таблица 1

Тип	Составляющие критерия
Имиджевые	Репутация оптовой фармацевтической фирмы
Ценовые	Уровень цен
	Условия оплаты (предварительная, отсрочка)
	Система предоставления скидок с цены
Надежность	Степень надежности поставок
	Своевременность (принцип «точно вовремя»)
Временные	Минимальное время выполнения заказа (комплектование, транспортировка)
	Частота (периодичность) поставки
	Возможность моментальной поставки в любое время (праздничные, выходные, ночью)
Качество исполнения заказов	Качество доставки лекарственных средств с точки зрения обеспечения сохранности груза и предотвращения возможных повреждений
	Гибкость обслуживания при изменении их структуры, возможность изменять условия оплаты, качественные и количественные параметры заказов, сроки поставки
	Возможность аннулирования заказов, возврата, обмена товара
	Минимальная партия поставки
Условия поставки	Механизм доставки (поставщиком или децентрализованно клиентом)
	Получение разрешений, сертификатов, согласований, таможенное оформление

Рассматриваются множественные отношения V и W при условии, что  $V = \langle x_i, x_j \rangle, \mu_V \langle x_i, x_j \rangle$  существует на декартовых произведениях универсумов  $X_1 \times X_2$ , а  $W = \langle x_j, x_k \rangle, \mu_W \langle x_j, x_k \rangle$  – на  $X_2 \times X_3$ . Тогда может быть рассмотрено отношение  $V * W$  (композиция отношений V и W, существующая на  $X_1 \times X_3$ ) с соответствующей функцией принадлежности, которую можно записать, как:

$$\mu_{V*W} \langle x_i, x_k \rangle = \max_{x_j \in X_2} (\min (\mu_V \langle x_i, x_j \rangle ;$$

$$\mu_W \langle x_j, x_k \rangle)) \text{ при } \forall \langle x_i, x_k \rangle \in X_1 \times X_3.$$

Определенная таким образом функция принадлежности является максимизацией сверткой, то есть максимизацией заданных отношений. При этом каждая оценка критериев рассматривается обособленно, то есть учитывается абсолютный уровень каждой оценки отдельно и независимо от других.

При необходимости обеспечить определенный уровень оценок в их взаимодействии и взаимовлиянии может быть применен иной алгоритм свертки. А именно, нечетко-множественное отношение  $V * W$ , существующее на  $X_1 \times X_3$ , в виде композиции отношений V и W с функцией принадлежности в виде:

$$\mu_{V*W} \langle x_i, x_k \rangle = \max_{x_j \in X_2} (\mu_V \langle x_i, x_j \rangle \times$$

$$\times \mu_W \langle x_j, x_k \rangle) \text{ при } \forall \langle x_i, x_k \rangle \in X_1 \times X_3.$$

Подробный анализ обоих вариантов построения итоговой функции принадлежности требует и явля-

ется предметом дальнейших исследований условий их использования для рассматриваемого случая.

Рассмотрим модель фармацевтического рынка, где имеется шесть оптовиков  $P = (p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6)$ . Определить качество логистического сервиса, ими предоставляемого, аптеки-клиенты могут по параметрам  $B = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ . На рынке имеются аптеки-заказчики  $A = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}, a_{11})$ . Тогда нечетко-множественные характеристики модели  $\mu \langle p_i, b_j \rangle$  и  $\mu \langle b_j, a_k \rangle$  можно построить на основе оценок лиц, принимающих решения.

В табл. 2 приведены оценки имеющегося уровня параметров логистического обслуживания аптек оптовиками, а в табл. 3 – оценки аптеками необходимого им уровня сервиса со стороны оптовиков.

Тут уровень каждого параметра логистического обслуживания оценен в интервале 0-1 (более высокий уровень имеет большую числовую оценку).

По значениям нечетко-множественных оценок, приведенных в таблицах, вычисляем элементы матрицы  $\mu_{V*W} \langle x_i, x_k \rangle$ .

Таблица 2

Нечетко-множественная оценка оптовиков по параметрам логистического обслуживания аптек

Оптовые фирмы (множество P)	Оценки уровня логистического обслуживания аптек оптовиками (множество B)						
	Цена	Имидж	Время	Надежность	Качество	Условия	Иные услуги
№1	0,6	0,7	0,8	0,8	0,6	0,7	0,6
№2	0,8	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5
№3	0,2	0,9	0,8	0,9	0,9	0,7	0,7
№4	0,3	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,6
№5	0,5	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6
№6	0,9	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	0,7

Таблица 3

Нечетко-множественная оценка необходимого аптекам уровня логистического обслуживания

Требуемые аптеками параметры сервиса (мн-во B)	Аптеки-заказчики лекарств у оптовых фирм (множество A)										
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11
Цена	0,7	0,8	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,6
Имидж	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,4	0,5	0,7	0,4	0,8
Время	0,6	0,5	0,7	0,6	0,7	0,7	0,5	0,6	0,3	0,2	0,7
Надежность	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,8	0,8
Качество	0,7	0,6	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5	0,7
Условия	0,8	0,3	0,5	0,6	0,7	0,6	0,4	0,3	0,7	0,4	0,6
Иные услуги	0,3	0,2	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	0,4

Так, для пары аптека  $a_1$  - оптовик  $p_1$  имеем  $\mu_{V*W} \langle a_1, p_1 \rangle = 0,7$ . Для этого выбираем минимумы в каждой паре, которая состоит из оценок для первого оптовика в табл. 2 и оценок для первой аптеки в соответствующем столбце табл. 3. А именно:  $\min (0,6, 0,7) = 0,6$ ,  $\min (0,7, 0,5) = 0,5$ ,  $\min (0,8, 0,6) = 0,6$ ,  $\min (0,8, 0,7) = 0,7$ ,  $\min (0,6, 0,7) = 0,6$ ,  $\min (0,7, 0,8) =$

$= 0,7$ ,  $\min(0,6, 0,3) = 0,3$ . Затем определяем наибольшее из семи приведенных значений, которое и есть результатом:  $\mu_{v*w} (< a_i p_k >) = \max(0,6, 0,5, 0,6, 0,7, 0,6, 0,7, 0,3) = 0,7$ . Другие элементы  $\mu_{v*w} (< a_i p_k >)$ , в табл. 4, вычисляются аналогично.

Таблица 4

Нечетко-множественное распределение аптек по оптовым фармацевтическим предприятиям

Оптовые фирмы (множ. Р)	Аптеки – заказчики оптовиков (множество А)										
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11
№1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8
№2	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,6
№3	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
№4	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8
№5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7
№6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,6

Данные этой таблицы отражают возможное распределение аптек по оптовикам, их можно интерпретировать как степень склонности аптек к оптовику (чем  $\mu_{v*w} (< a_i p_k >)$  больше, тем настроенность аптеки на взаимодействие с этим оптовиком сильнее).

Большие значения  $\mu_{v*w} (< a_i p_k >)$  для каждой аптеки соответствуют тем оптовикам, которые по уровню параметров обслуживания более удовлетворяют эту аптеку. В свою очередь, оптовик может рассчитывать на сотрудничество с аптеками, для которых рассчитанный обобщенный уровень его обслуживания  $\mu_{v*w} (< a_i p_k >)$  является большим.

Анализируя табл. 4 по приведенным правилам, можно сделать такие выводы. По своим требованиям к логистическому обслуживанию аптеки №№ 1, 2, 3, 5 преимущественно будут обращаться к двум оптовикам (не обязательно тем же самым для определенной аптеки). С другой стороны, что требованиям аптеки № 9 отвечают в равной мере все оптовики.

Рассматривая табл. 4 с точки зрения оптовиков отметим, что наибольшее количество заказчиков могут иметь оптовики №№ 3, 4 из-за высокой приемлемости уровня их логистического сервиса для нескольких аптек. Оптовики №№ 2, 5 имеют ряд низких оценок уровня сервиса, а поэтому малопривлекательны для большинства аптек-клиентов.

#### Пример расчетов и реализация методики.

Изложенный подход применен для определения возможного распределения группы аптек г.Харькова (№№ 10, 17, 49, 71, 163, 233, 148, «Аптека 36,6», «Софар», «Краса») по оптовым поставщикам: «Аптека-95», «Альба Украина», «Гледфарм», «Микролайф Украина», «Интермедсервис».

На основе оценки фактического уровня коммерческо-логистического обслуживания оптовиками, а также оценки аптеками-заказчиками желаемого уровня обслуживания получены предрасположенности аптек к оптовикам, приведенные в табл. 5.

Анализ результатов с точки зрения оптовиков свидетельствует, что большее количество заказчиков возможно у «Альба Украина» (до девяти). «Интермедсервис» менее привлекателен – к нему могут

обратиться три аптеки. Фирмы «Аптека-95», «Гледфарм», «Микролайф Украина» наименее привлекательны и могут иметь меньше аптек-клиентов.

Разработанная методика реализована в среде MATLAB. Созданный программный продукт используется на оптовой фармацевтической фирме «Фитолек» для поддержки принятия логистических решений при дистрибуции лекарственных средств.

Таблица 5

Предрасположенности аптек к оптовикам

Оптовики	Аптеки – клиенты оптовиков									
	№148	№233	№10	Софар	36,6	Краса	№17	№163	№49	№71
«Альба Украина»	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9
«Аптека-95»	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,3	0,7	0,8	0,8	0,8
«Интермедсервис»	0,9	0,9	0,7	0,9	0,8	0,7	0,7	0,9	0,7	0,7
«Гледфарм»	0,8	0,7	0,8	0,7	0,9	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8
«Микролайф Украина»	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7

## Выводы

Рассмотренная методика на основе композиции нечетко-множественных оценок требуемого и имеющегося уровня логистического обслуживания аптек оптовыми фармацевтическими предприятиями позволяет аптекам обоснованно определить наилучших для себя оптовиков-поставщиков, а последним – установить рыночные сегменты предрасположенных к себе аптек-клиентов, определить направления улучшения качества обслуживания заказчиков.

При использовании на оптовых фармацевтических предприятиях рассмотренный подход позволяет менеджерам оперативно принимать обоснованные управленческо-коммерческие решения, что существенно улучшает качество обслуживания, увеличивает количество клиентов и заказчиков.

## Список литературы

1. Мнушко З.Н. Подходы к анализу маркетинговой деятельности оптовой фармацевтической фирмы и резервы ее развития / З.Н. Мнушко, И.В. Пестун, В.О. Данилова // Провизор. – 2005. – № 4. – С. 6-9.
2. Дремова Н.Б. Маркетинговый анализ состояния и перспектив развития мирового фармацевтического рынка / Н.Б. Дремова // Маркетинг в России и за рубежом. – 2005. – № 1 (45). – С. 87-89.
3. Zadeh L.A. Fuzzy logic / L.A. Zadeh // IEEE Transactions on Computers. – 1988. – Vol. 21, № 4. – P. 83-93.
4. Cooper J. European Logistics: Markets, Management and Strategy / J. Cooper, M. Browne, M. Peters. – Cambridge: T.J.Press Ltd, 1994. – 331 p.

Поступила в редколлегию 15.11.2008

**Рецензент:** канд. физ.-мат. наук, с.н.с. А.А. Можаяев, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.

**НЕЧІТКО-МНОЖИННЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРИЙНЯТТІ  
ЛОГІСТИЧНИХ РІШЕНЬ НА ФАРМАЦЕВТИЧНОМУ РИНКУ**

О.В. Дорохов

*Запропоновано оригінальний підхід до визначення прихильності аптек-замовників до оптових фармацевтичних підприємств на основі порівняння нечітко-множинних оцінок вимог аптек-клієнтів до якості їх логістичного обслуговування та його фактичного рівня, який надається оптовиками. Визначено основні критерії якості обслуговування на оптовому фармацевтичному ринку України. Наведено формалізовану постановку завдання, алгоритм його вирішення на основі згортки нечітко-множинних відношень оцінок окремих складових сервісу, а також приклад числових розрахунків.*

**Ключові слова:** моделювання логістичних рішень, якість логістичного обслуговування.

**INDISTINCT-PLURAL MODELLING AT ACCEPTANCE  
OF LOGISTICAL DECISIONS IN THE PHARMACEUTICAL MARKET**

O.V. Dorokhov

*The original approach to definition of drugstores-customers predisposition to the wholesale pharmaceutical enterprises on the basis of comparison of indistinct-plural estimations of drugstores requirements to quality of their logistical service and its level given by wholesalers is offered. The basic criteria of service quality in the Ukrainian wholesale pharmaceutical market are allocated. The formalized statement of the problem, the algorithm for its decision on the basis of convolution of indistinct-plural relations of separate service criteria estimations and the example of numerical calculation is resulted.*

**Keywords:** modelling of logistical decisions, quality of logistical service.