

УДК 004.8  
ББК 65.421

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ТОВАРООБОРОТА РОЗНИЧНОГО ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2012 А. У. Ибрагимов, Л. А. Ибрагимова, Г. И. Гильмуллина

Ижевский государственный технический университет

Приведены группы факторов, влияющих на товарооборот розничного торгового предприятия. Описаны алгоритмы анализа и прогнозирования результатов деятельности розничного торгового предприятия с использованием искусственных нейронных сетей и методов нечёткой логики.

*Товарооборот, розничное торговое предприятие, группы факторов, искусственные нейронные сети, нечёткая логика, алгоритмы.*

Регулярная оценка товарооборота как одного из важных показателей деятельности розничного торгового предприятия позволяет оперативно реагировать на происходящие изменения и прогнозировать развитие торговых предприятий [1]. Оценка должна носить комплексный характер и осуществляться на основе определённых принципов, таких как системность, комплексность, достоверность, объективность, соответствие получаемого и желаемого результата, научность, оперативность.

Основная сложность анализа деятельности розничных торговых предприятий (РТП) заключается в том, что они относятся к динамическим социально-экономическим системам, зависящим от множества факторов внутренней и внешней среды предприятия. Более востребованными становятся алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии организационно-управленческих решений.

Для анализа и управления в социально-экономических системах используются различные методы, такие как метод экспертных оценок, теория массового обслуживания, статистические и другие методы эконометрики [2].

Отметим, что комплексный анализ в таком сложном по структуре информационном поле не поддаётся обработке указанными методами без определённых пре-

образований. Сложно также оценить влияние факторов друг на друга и их взаимосвязь. Методы искусственных нейронных сетей и нечёткой логики позволяют устранить отмеченные недостатки. В статье приведены рекомендации по совершенствованию процессов анализа и прогнозирования результатов деятельности розничных торговых предприятий с помощью данных методов.

Проведённый авторами экспертный опрос позволил выделить четыре группы факторов, сгруппированных по наиболее значимым свойствам [3]:

1. Характеристика магазина/торгового пространства. Эта группа факторов определяет его ассортиментную, ценовую политику, а также особенности логистики.

2. Расположение магазина (характеристики ареала). Под ареалом подразумевается территория вокруг магазина, находящаяся в пределах 10-минутной шаговой доступности от него. Эти факторы определяют потенциальный покупательский поток: его величину в целом, изменения в различные периоды дня, недели и т.д., платёжеспособность и предпочтения покупателей.

3. Транспортная и пешеходная доступность магазина. Эта группа факторов также определяет величину и изменения покупательского потока и, соответственно, товарооборот магазина.

4. Отношение покупателей к магазину (клиентские показатели). Данная группа определяет конкурентоспособность магазина и готовность покупателей делать покупки, влияя на покупательский поток, величину средней покупки.

Отметим, что факторы в каждой из данных групп весьма разноплановые и имеют различную размерность, единицы измерения и диапазон значений, что значительно осложняет комплексную работу с ними.

Для групп факторов «Характеристика магазина/торгового пространства» и «Расположение магазина (характеристики ареала)» предложен метод искусственных

нейронных сетей [4]. Преимущества данного инструмента заключаются в возможности установления скрытых зависимостей между входными данными сети и способности сети к обучению на основе предлагаемых данных. Входными параметрами при обучении нейронной сети являются нормализованные (отношение абсолютного значения фактора к максимальному значению ряда) значения факторов за периоды. Выходным показателем является удельный товарооборот за эти же временные интервалы. В табл. 1 представлен фрагмент нормализованной базы данных по факторам данной группы.

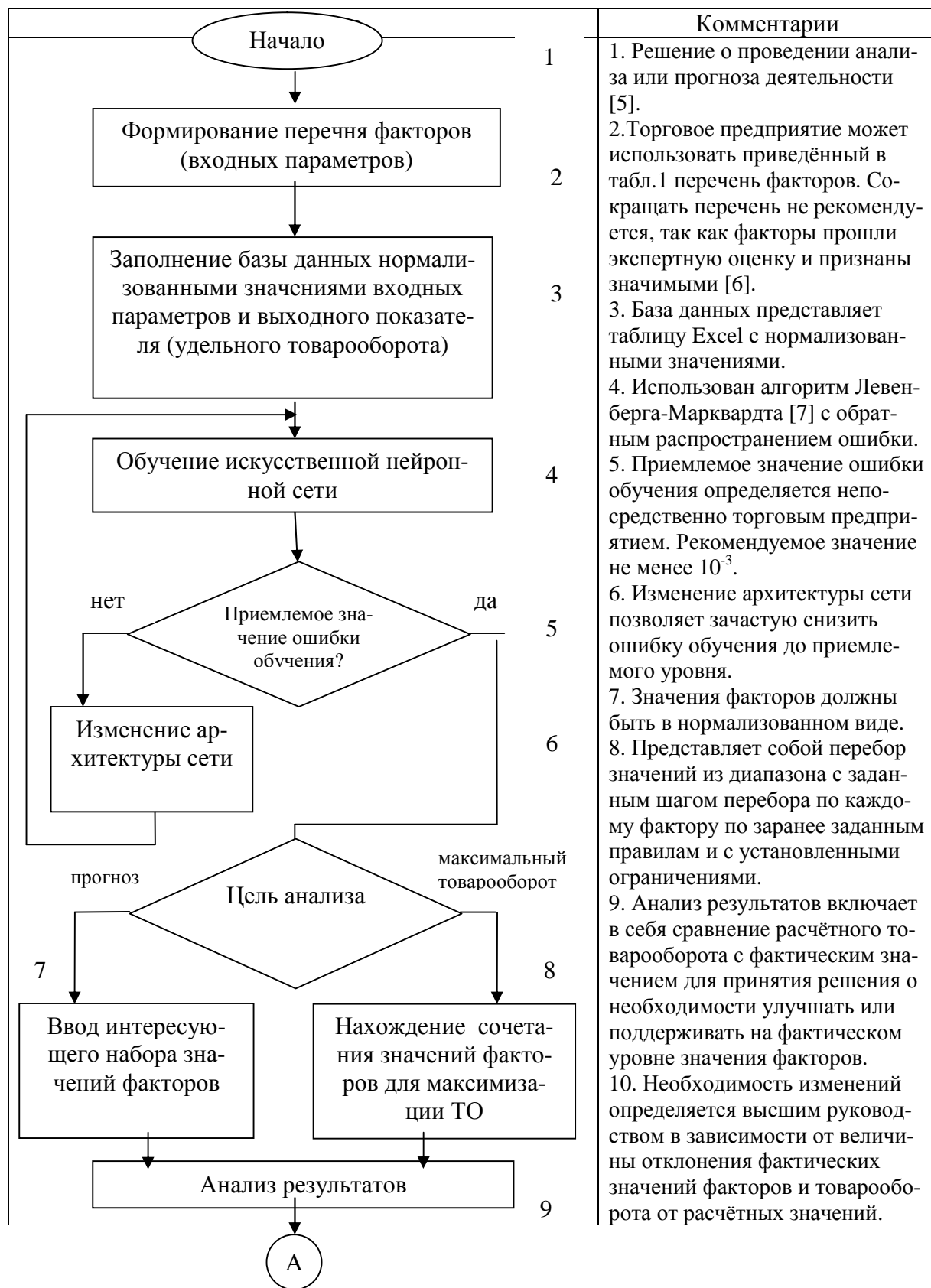
Таблица 1. Фрагмент нормализованной базы данных по группе «Характеристика магазина/торгового пространства»

Фактор \ Период, мес.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
Количество работников РТП, чел.	0,880	0,888	0,904	0,912	0,928	0,936	0,944	0,952	0,96	...
Товарные запасы в магазине, руб.	0,681	0,702	0,723	0,745	0,766	0,787	0,809	0,829	0,851	...
Доля постоянных покупателей, %	0,55	0,57	0,57	0,58	0,59	0,59	0,60	0,62	0,63	...
Широта ассортимента, шт.	0,833	0,917	0,875	0,875	0,896	0,896	0,875	0,875	0,917	...
Выполнение поставок, %	0,95	0,95	0,96	0,97	0,95	0,94	0,94	0,95	0,95	...
Коэффициент обновления основных фондов	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	...
Соотношение продовольственных и сопутствующих товаров в ассортименте, %	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	...
Соотношение площади, занимаемой торговым оборудованием, и площади торгового зала, %	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	...
Соотношение между площадью торгового зала и площадью складов и прочих помещений, %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	...
Товарооборот, тыс.руб./кв.м	0,463	0,496	0,608	0,623	0,679	0,681	0,703	0,825	0,808	...

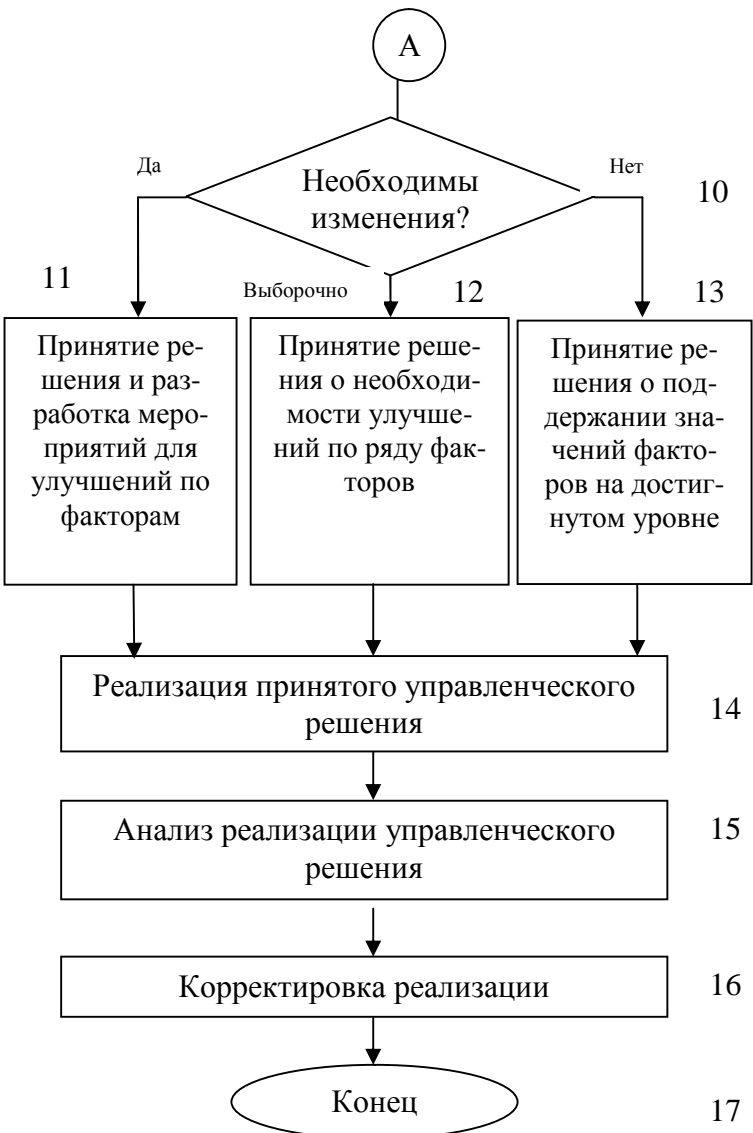
Рекомендации по использованию предложенного метода для анализа и прогнозирования результатов деятельности

розничного торгового предприятия представлены в виде блок-схемы с комментариями в табл 2.

Таблица 2. Рекомендации по анализу и прогнозированию результатов деятельности РТП для группы факторов «Характеристика торгового пространства магазина»



Окончание таблицы 2

Блок-схема	Комментарии
 <pre> graph TD     A((А)) --&gt; D{Необходимы изменения?}     D -- Да --&gt; B1[11]     D -- Выборочно --&gt; B2[12]     D -- Нет --&gt; B3[13]     B1 --&gt; R1[Принятие решения и разработка мероприятий для улучшений по факторам]     B2 --&gt; R2[Принятие решения о необходимости улучшений по ряду факторов]     B3 --&gt; R3[Принятие решения о поддержании значений факторов на достигнутом уровне]     R1 --&gt; R4[Реализация принятого управленческого решения]     R2 --&gt; R4     R3 --&gt; R4     R4 --&gt; R5[Анализ реализации управленческого решения]     R5 --&gt; R6[Корректировка реализации]     R6 --&gt; E((Конец))     </pre>	<p>11. Разработка мероприятий предполагает определение ответственных лиц, последовательности этапов, необходимых ресурсов, сроков исполнения и методов оценки результата работы.</p> <p>12. Решение о поддержании значений факторов на достигнутом уровне может быть, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) значения близки к требуемым;</li> <li>б) предприятие ограничено в средствах и возможностях для улучшений факторов.</li> </ul> <p>13. Мероприятия могут проводиться только по ряду факторов, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) часть факторов соответствует требуемым значениям;</li> <li>б) предприятие выбрало часть факторов как приоритетные.</li> </ul> <p>14. Реализация управленческого решения должна носить реальный и последовательный характер.</p> <p>15. Анализ реализации включает мониторинг по срокам и степени соответствия прогнозируемым результатам, а также выявление причин возможных несоответствий.</p> <p>16. Корректировка реализации должна быть основана на фактах.</p> <p>17. Проведение анализа должно носить периодический характер, поэтому окончание блок-схемы условно.</p>

Отметим, что представленный выше алгоритм описывает первый цикл использования методики торговым предприятием. При последующем использовании алгоритма ряд этапов можно опустить (этапы алгоритма 2-6), что значительно упрощает ее использование. Однако наполнение базы данных новыми значениями по факторам и периодическое переобучение нейронной сети полезно для повышения точности результатов анализа и прогноза.

Для группы факторов «Расположение магазина» принципиальная последо-

вательность элементов аналогична с учётом некоторых особенностей группы.

Для факторов, значения которых характеризуются субъективными оценками покупателей, таких как «Транспортная и пешеходная доступность магазина» и «Отношение покупателей к магазину (клиентские показатели)», предлагается использовать методы нечёткой логики [8], позволяющие учитывать данную особенность. В табл. 3 приведён пример перечня входных параметров и выходного показателя по группе «Пешеходная и транспортная доступность магазина».

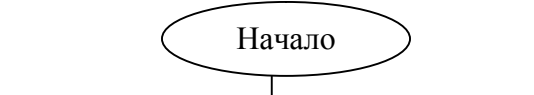
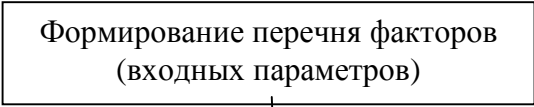
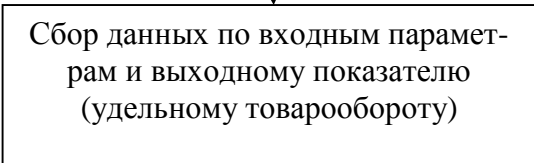
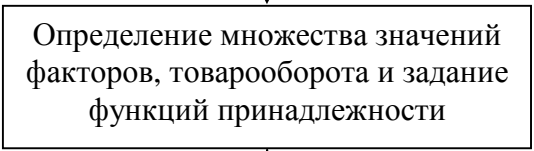

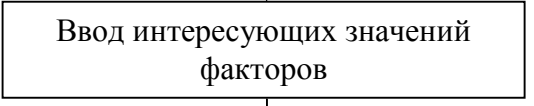
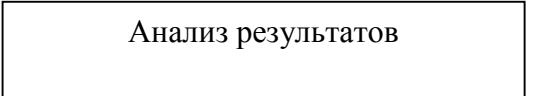
Таблица 3. Фрагмент базы данных по группе «Пешеходная и транспортная доступность»

Магазин	Благоустроенность прилегающей территории, балл	Обеспеченность парковкой, машиномест	Пробки, балл	Количество маршрутов общественного транспорта, шт.	Удаленность остановки общественного транспорта, мин.	Плотность транспортной сети, км/кв.км	Сезон, мес.	Товарооборот, тыс.руб./кв.м
Магазин «А»	4,11	50	2,3	11	2	6,7	7	36,6
	...	...	...	...	...	...	...	
Магазин «Б»	3,82	70	1,2	8	5	7,6	7	12,6
	...	...	...	...	...	...	...	

Рекомендации по использованию метода нечёткой логики в целях анализа и прогнозирования результатов деятельно-

сти РТП приведены в виде блок-схемы и пояснений в табл. 4.

Таблица 4. Рекомендации по анализу и прогнозированию результатов деятельности РТП для группы факторов «Пешеходная и транспортная доступность»

Блок-схема	Комментарии
	1. Решение о проведении анализа или прогноза деятельности [9].
	2. Перечень факторов может быть дополнен или сокращён в зависимости от целей анализа. По факторам, представленным в табл. 3, проведена экспертная оценка, поэтому исключение факторов может снизить точность результатов прогноза. Расширение перечня факторов может значительно увеличить базу правил.
	3. Используются в основном результаты опроса покупателей.
	4. Если розничное торговое предприятие использует предложенные рекомендации без изменений, то данный этап можно опустить. Если предприятие иначе задаёт множество значений и использует иные функции принадлежности, то следует воспользоваться общей методологией, изложенной в [10].
	5. Редактирование базы правил возможно при уточнении входящих в неё правил для учёта особенностей данного торгового предприятия, накопленного опыта, экспертного мнения его специалистов.
	6. Вводится интересующий набор значений для прогнозирования товарооборота.
	7. Анализ результатов включает в себя сравнение расчётного товарооборота с фактическим значением для принятия решения о необходимости улучшать или поддерживать на фактическом уровне значения

Окончание таблицы 4

Блок-схема	Комментарии
<pre> graph TD     A((А)) --&gt; D{Необходимы изменения?}     D -- Да (9) --&gt; B[Принятие решения и разработка мероприятий для улучшений по факторам]     D -- Выборочно (10) --&gt; C[Принятие решения о необходимости улучшений по ряду факторов]     D -- Нет (11) --&gt; E[Принятие решения о поддержании значений факторов на достигнутом уровне]     B --&gt; F[Реализация принятого управленческого решения]     C --&gt; F     E --&gt; F     F --&gt; G[Анализ реализации управленческого решения]     G --&gt; H[Корректировка реализации]     H --&gt; I((Конец))     </pre>	<p>8. Необходимость изменений определяется высшим руководством в зависимости от величины отклонения фактических значений факторов и товарооборота от расчётных значений.</p> <p>9. Разработка мероприятий предполагает определение ответственных лиц, последовательности этапов, необходимых ресурсов, сроков исполнения и методов оценки результата работы.</p> <p>10. Решение о поддержании значений факторов на достигнутом уровне может быть, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) значения близки к требуемым;</li> <li>б) предприятие ограничено в средствах и возможностях для улучшений факторов</li> </ul> <p>11. Мероприятия могут проводиться только по ряду факторов, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) часть факторов соответствует требуемым значениям;</li> <li>б) предприятие выбрало часть факторов как приоритетные.</li> </ul> <p>12. Реализация управленческого решения должна носить реальный и последовательный характер.</p> <p>13. Анализ реализации включает мониторинг по срокам и степени соответствия прогнозируемым результатам, а также выявление причин возможных несоответствий.</p> <p>14. Корректировка реализации должна быть основана на фактах.</p> <p>15. Анализ деятельности должен носить периодический характер, поэтому окончание блок-схемы условно.</p>

Периодическое использование рекомендаций, представленных в табл. 2, позволяет опустить некоторые этапы, такие как пп.2-5 блок-схемы. При этом можно отказаться только от одного или сразу нескольких этапов, что даёт множество вариантов использования в зависимости от целей управленческого анализа и результатов мониторинга текущего состояния розничного торгового предприятия.

Для группы факторов «Отношение покупателей к магазину (клиентские показатели)» также рекомендуется использовать методы нечёткой логики, поэтому алгоритм практически аналогичен с учётом некоторых особенностей.

При внедрении предложений в организационно-экономический механизм деятельности розничного торгового предприятия необходимо учитывать степень технической и методологической подготовленности объекта к применению рекомендаций и возможностей реализации предложений по результатам анализа. Реализация предложенных алгоритмов возможна в программной среде Matlab.

Апробация предложений проведена на базе одной из продуктовых розничных торговых сетей г. Ижевска. Внедрение рекомендаций позволило увеличить товарооборот магазинов и повысить конкурентоспособность предприятия.

Представленный подход может применяться и на торговых предприятиях иного профиля. Для этого необходимо уточнить перечень факторов, чтобы отразить особенности исследуемой сферы торговли и учесть цели анализа.

Таким образом, можно утверждать, что предложенные блок-схемы, содержащие рекомендации по анализу и прогнозированию результатов деятельности РТП, позволяют:

- с достаточной точностью прогнозировать динамику как отдельных параметров, влияющих на товарооборот, так и их кластеров;
- получить интеллектуальную поддержку управленческих решений, которая может учитывать происходящие изменения

внешней и внутренней среды РТП благодаря способности нейронных сетей к обучению. Указанная особенность является преимуществом предложенного метода;

- учитывать субъективность потребительских оценок для групп факторов, в основе которых находится мнение покупателей.

#### Библиографический список

1. Пожидаева, А. И. Управление продовольственным магазином: семь шагов к успеху [Текст] / А. И. Пожидаева, И. А. Процко, Н. Ю. Королева - Минск: ООО «Издательство Гревцова», 2008.- 247с.

2. Фомин, Г. П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности [Текст]: учеб. / Г. П. Фомин. – М.: Финансы и статистика, 2005.- 616с.

3. Ibragimova, L. A. Factors influencing the efficiency of retail trade enterprise [Text] / L. A. Ibragimova, G. I. Gilmullina // Education Quality – 2010: the collection of papers of scient.- research. conf.. – Izhevsk : Publishing House of ISTU, 2010. – P.46-53.

4. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / И. Д. Рудинский; пер. с польского. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 344 с.

5. Гильмуллина, Г. И. Применение нейронных сетей для оценки эффективности деятельности торгового предприятия [Текст] / Г. И. Гильмуллина, Л. А. Ибрагимова // Системный анализ и семиотическое моделирование: тр. I Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Казань: Фэн, 2011. – С. 109-112.

6. Гильмуллина, Г. И. Экспертная оценка показателей эффективности деятельности торговых предприятий [Текст] / Г. И. Гильмуллина // Актуальные проблемы товароведения потребительских товаров и учебно-методические аспекты подготовки высококвалифицированных кадров: сб. науч. тр. - М.: Гриф и К, 2010.- С. 44-50.

7. Levenberg, K. A Method for the Solution of Certain Problems in Last Squares. Quart. Appl. Math. 1944. Vol. 2. PP. 164—168.



8. Гуляшинов, А. Н. Теория принятия решений в сложных социотехнических системах [Текст]: учеб. пособие. / А. Н. Гуляшинов, В. А. Тененев, Б. А. Якимович – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2005. – 280 с.

9. Гильмуллина, Г. И. Разработка модели оценки пешеходной и транспортной доступности торгового предприятия на основе нечеткого вывода [Текст] / Г. И.

Гильмуллина, О. А. Гужева // К компетенциям через инноватику: сб. материалов науч.-иссл. конф. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2011.

10. Аверкин, А. Н. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта [Текст] / А. Н. Аверкин, И. З. Батыршин, А. Ф. Блишун. – М.: Наука, 1986. – 312с.

## USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR RETAIL TRADE ENTERPRISE GOODS TURNOVER ANALYSIS AND FORECAST

© 2012 A. U. Ibragimov, L. A. Ibragimova, G. I. Gilmullina

Izhevsk State Technical University

Groups of factors influencing goods turnover of a retail trade enterprise are given. Analysis algorithms and forecasting of the results of activity of a retail trade enterprise with the use of artificial neural networks and fuzzy logic methods are described.

*Goods turnover, retail trade enterprise, groups of factors, artificial neural networks, fuzzy logic, algorithms.*

### Информация об авторах

**Ибрагимов Анвар Усманович**, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Управления качеством», Ижевский государственный технический университет. E-mail: [UK@istu.ru](mailto:UK@istu.ru). Область научных интересов: разработка и исследование моделей и математических методов анализа экономических процессов и систем в торговле.

**Ибрагимова Лилия Анваровна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управления качеством», Ижевский государственный технический университет. E-mail: [lilia\\_ibr@mail.ru](mailto:lilia_ibr@mail.ru). Область научных интересов: информационно-аналитические системы управления ресурсами торгового предприятия.

**Гильмуллина Гузьяль Ильдаровна**, старший преподаватель, Ижевский государственный технический университет. E-mail: [guzyal\\_gaisina@mail.ru](mailto:guzyal_gaisina@mail.ru). Область научных интересов: разработка и исследование моделей и математических методов анализа экономических процессов и систем в торговле.

**Ibragimov Anvar Usmanovich**, Cand.Tech.Sci., professor, Izhevsk State Technical University. E-mail: [UK@istu.ru](mailto:UK@istu.ru). Area of research: working out and research of models and mathematical methods of the analysis of economic processes and systems in trade.

**Ibragimova Liliya Anvarovna**, Cand.Econ.Sci., associate professor, Izhevsk State Technical University. E-mail: [lilia\\_ibr@mail.ru](mailto:lilia_ibr@mail.ru). Area of research: working out and research of models and mathematical methods of the analysis of economic processes and systems in trade.

**Gilmullina Guzyal Ildarovna**, senior lecturer, Izhevsk State Technical University. E-mail: [guzyal\\_gaisina@mail.ru](mailto:guzyal_gaisina@mail.ru). Area of research: working out and research of models and mathematical methods of the analysis of economic processes and systems in trade.