

Окончание табл.

Среднесуточные показатели	Обозначение	Назначение 1	Назначение 2	Назначение 3
Фактические затраты вагоно-часов	$B_{\phi}$	694,4	675,7	637,5
Фактический параметр	$c_{\phi}$	12,1	11,8	11,3
Отклонение $\pm$ : затраты вагоно-часов; параметр накопления		33 0,1	16 0,04	-40,6 -0,46
Отклонение $\pm\%$ : затраты вагоно-часов; параметр накопления		4,75 % 0,82 %	2,36 % 0,33 %	-6,36 % -4,07 %

### Библиографический список

1. **Новый** подход к расчету затрат вагоно-часов на накопление / В. А. Кудрявцев, Я. В. Кукушкина, Ш. М. Суюнбаев // Известия Петер-

бургского университета путей сообщения. – 2010. – Вып. 1 (22). – С. 5–10.

2. **Эксплуатационная** работа железных дорог (состояние, проблемы, перспективы) / Е. А. Сотников. – М. : Транспорт, 1986. – 256 с.

УДК 004.896:656.025:006.83

**Л. К. Лим, А. Д. Хомоненко**

Петербургский государственный университет путей сообщения

## ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ ОАО РЖД НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА

Предлагается подход к управлению качеством обслуживания пассажиров с позиций комфорта, стоимости и продолжительности поездок по возможным маршрутам на основе алгоритма нечеткого вывода Мамдани с использованием информации из социальных сетей. Построена база правил нечеткого вывода с использованием лингвистических переменных, соответствующих указанным показателям качества обслуживания пассажиров. Приведен пример реализации этапов нечеткого вывода.

нечеткий вывод, алгоритм Мамдани, качество обслуживания пассажиров, правила нечеткого вывода.

### Введение

Одной из стратегических целей ОАО РЖД является получение максимальной прибыли [1]. Рекомендации по повышению качества управления и эффективности деятельности компании, опирающиеся на требования международных стандартов серии ИСО 9000-2000, разработаны в [2]. Достижение этой цели требует обеспечения высокого качества

обслуживания пассажиров при перевозках. В настоящее время одним из важнейших источников информации об уровне качества обслуживания пассажиров являются социальные сети (социальные сети доверия) [3], [4]. Подходы к извлечению информации из социальных сетей рассмотрены в [5], [6].

В статье предлагается подход к управлению качеством обслуживания пассажиров с позиций комфорта, стоимости и продолжи-

тельности поездок по возможным маршрутам на основе алгоритма нечеткого вывода Мамдани [7], [8] с использованием информации из социальных сетей. Математический аппарат нечеткого вывода успешно применяется при решении разнообразных прикладных задач [9]–[11]. Использование алгоритма нечеткого вывода в нашем случае обусловлено тем, что информация в социальных сетях носит неструктурированный, во многом нечеткий характер.

## **1 Характеристика системы поддержки управления качеством обслуживания клиентов**

Основной задачей системы поддержки управления качеством обслуживания клиентов системы является прогнозирование изменения пассажиропотока в зависимости от качества обслуживания ОАО РЖД. На пассажиропоток влияет большое количество факторов, которые можно разделить на две группы: внешние и внутренние. В качестве внешних факторов могут рассматриваться, например, показатели, характеризующие уровень социально-экономического развития страны или отдельных регионов (средняя месячная заработная плата, денежный доход на душу населения, минимальный потребительский бюджет, оборот розничной торговли на душу населения, уровень промышленного производства, доходы в отдельных отраслях экономики и др.). При построении моделей прогноза пассажиропотока широко применяются регрессионные модели.

В [12] отмечается, что набор наиболее важных внешних показателей можно разбить на три группы. К первой группе относятся доходные показатели и оборот розничной торговли. Все показатели в этой группе имеют очень высокую степень корреляции между собой. Вторую группу составляет единственный показатель – уровень промышленного производства. Наконец, к третьей группе относится также единственный показатель – минимальный потребительский бюджет. Последние два показателя слабо

коррелируют между собой и заметно отличаются от показателей первой группы. Таким образом, для построения регрессионной модели в [12] предлагается выбрать один показатель из первой группы (например, средний денежный доход на душу населения), уровень промышленного производства и минимальный потребительский бюджет.

Рассматриваемая нами система поддержки управления качеством обрабатывает данные из социальных сетей, полученные непосредственно от пассажиров. При этом считаются фиксированными значения показателей других важных факторов, также оказывающих большое влияние на пассажиропоток. Каждый пассажир может оценить уровень обслуживания по 10-балльной шкале по трем критериям: комфорт, стоимость проезда и время в дороге.

Комфорт включает в себя чистоту вагонов, уровень и качество обслуживания персоналом, чистоту белья, удобство мест, наличие кондиционеров или печек, индивидуальное освещение. Под временем в дороге подразумевается пребывание в пути, время отправления и прибытия, продолжительность остановок на промежуточных станциях. Достоверность информации обеспечивается большим количеством пользователей и своевременным обновлением информации. Полученные данные задаются в слабоформализуемом виде, а следовательно, не могут быть обработаны с помощью стандартных алгоритмов и регрессионных моделей. Для обработки такого рода данных широко используется механизм нечеткого логического вывода.

В нашей работе используется алгоритм Мамдани [7], который одним из первых нашел широкое применение в системах нечеткого вывода и включает в себя этапы, рассматриваемые далее.

## **2 Построение базы нечетких лингвистических правил**

Очевидно, что в качестве входных лингвистических переменных (ЛП) целесообразно использовать: комфорт, стоимость про-

езда и время в дороге. Формально входные лингвистические переменные будут иметь вид:  $V_1$  – «комфорт»,  $V_2$  – «стоимость»,  $V_3$  – «время». В качестве выходной лингвистической переменной будем использовать изменение пассажиропотока или формально  $V_4$  – «пассажиропоток».

В этом случае система нечеткого вывода будет содержать 27 правил нечетких продукций следующего вида:

ПРАВИЛО <1>: ЕСЛИ «комфорт удов» И «время отлично» И «стоимость отлично» ТО «пассажиропоток сохранится»;

ПРАВИЛО <2>: ЕСЛИ «комфорт удов» И «время отлично» И «стоимость хорошо» ТО «пассажиропоток сохранится»;

ПРАВИЛО <3>: ЕСЛИ «комфорт удов» И «время отлично» И «стоимость удов» ТО «пассажиропоток уменьшится»;

ПРАВИЛО <4>: ЕСЛИ «комфорт удов» И «время хорошо» И «стоимость отлично» ТО «пассажиропоток сохранится»;

ПРАВИЛО <5>: ЕСЛИ «комфорт удов» И «время хорошо» И «стоимость хорошо» ТО «пассажиропоток сохранится»;

ПРАВИЛО <6>: ЕСЛИ «комфорт удов» И «время хорошо» И «стоимость удовлетворительно» ТО «пассажиропоток сохранится»;

ПРАВИЛО <7>: ЕСЛИ «комфорт удов» И «время удов» И «стоимость отлично» ТО «пассажиропоток сохранится»;

...

ПРАВИЛО <27>: ЕСЛИ «комфорт отлично» И «время удов» И «стоимость удов» ТО «пассажиропоток сохранится».

### 3 Фаззификация входных переменных

В качестве терм-множества входных лингвистических переменных используется  $T_1 = \{\text{«отлично»}, \text{«хорошо»}, \text{«удовлетворительно»}\}$  с функциями принадлежности (ФП), изображенными на рисунках 1, 2, 3 для комфорта, стоимости и времени соответственно.

В качестве терм-множества выходной лингвистической переменной будем использовать множество  $T_2 = \{\text{«увеличивается»},$

«сохранится», «уменьшится»} с кусочно-линейными функциями, приведенными на рисунке 4.

Стоимость, время и комфорт измеряются в баллах, пассажиропоток – в процентах.

К остальным этапам алгоритма нечеткого вывода Мамдани относятся [7], [8]: агрегирование, активизация, аккумулярование и дефаззификация. Их мы рассмотрим на отдельном примере.

### Пример нечеткого вывода решения

Проведем расчеты для нечеткого вывода решения с использованием предложенной базы правил и заданных функций принадлежности. Рассматривается случай, когда значение комфорта принимается равным 4 баллам, значение стоимости – 7 баллам, значение времени – 4 баллам.

## 4 Агрегирование

Рассматривается случай, когда значение комфорта принимается равным 4 баллам, значение стоимости – 7 баллам, значение времени – 4 баллам. Для этих значений на этапе агрегирования определяются степени истинности значений входных ЛП.

При заданных баллах для входных лингвистических переменных значения степеней истинности равняются 0.4 и 0.6 для правил нечетких продукций с номерами 4 и 7.

ПРАВИЛО <4>: ЕСЛИ «комфорт удов» И «время хорошо» И «стоимость отлично» ТО «пассажиропоток сохранится»;

ПРАВИЛО <7>: ЕСЛИ «комфорт удов» И «время удов» И «стоимость отлично» ТО «пассажиропоток сохранится».

## 5 Активизация и аккумулярование

Активизация правил 4 и 7 приводит к нечетким множествам, функции принадлежности которых изображены на рисунке 8.

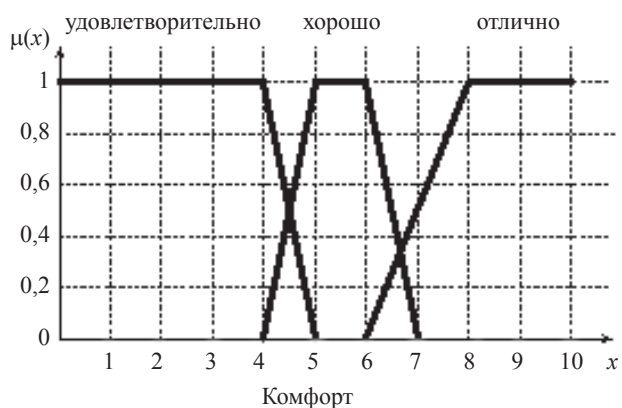


Рис. 1. ФП для термов входных ЛП  
«Комфорт»

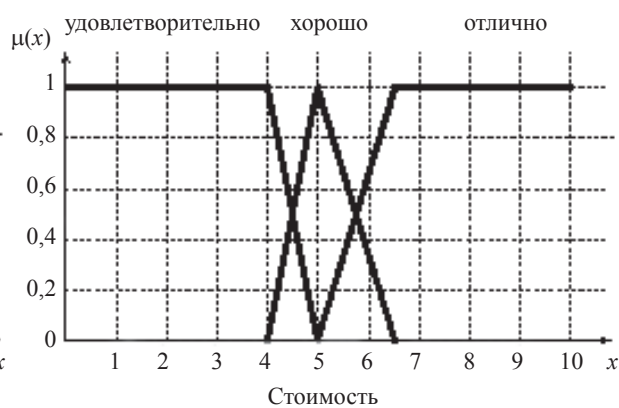


Рис. 2. ФП для термов входных ЛП  
«Стоимость»

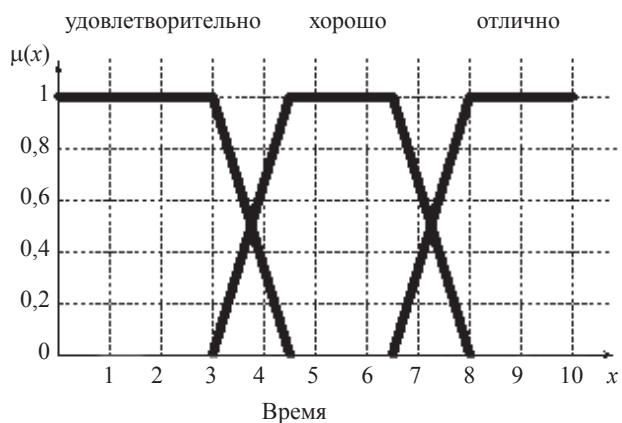


Рис. 3. ФП для термов входных ЛП  
«Время»

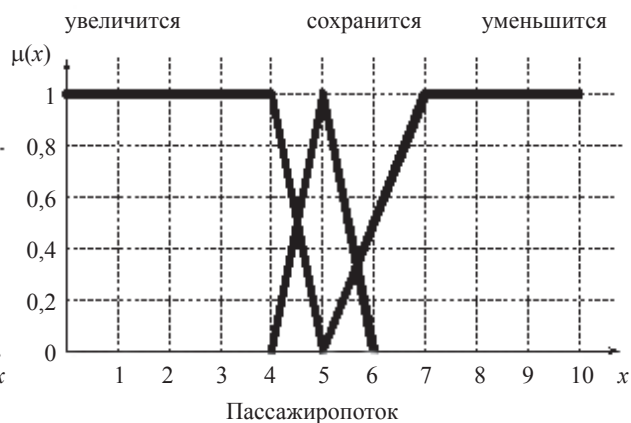


Рис. 4. ФП для термов выходных ЛП  
«Пассажиропоток»

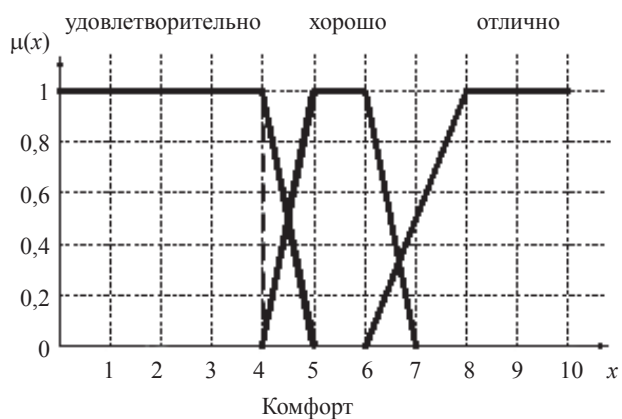


Рис. 5. Пример агрегирования  
«Комфорт равняется 4 баллам»

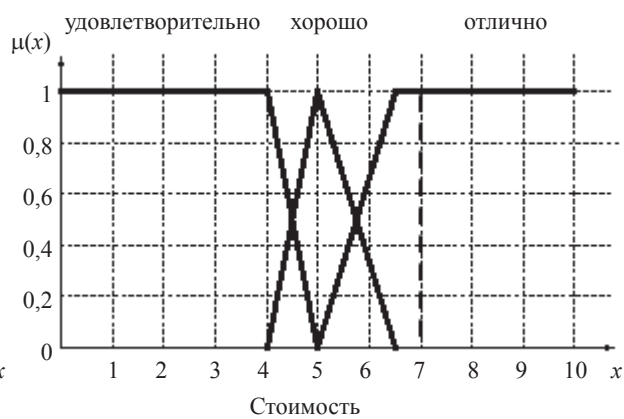


Рис. 6. Пример агрегирования  
«Стоимость равняется 7 баллам»

Аккумуляция заключений нечетких правил продукций с использованием операции тах-дизъюнкции для правил 4 и 7 приводит

в результате к нечеткому множеству, функция принадлежности которого приведена на рисунке 9.

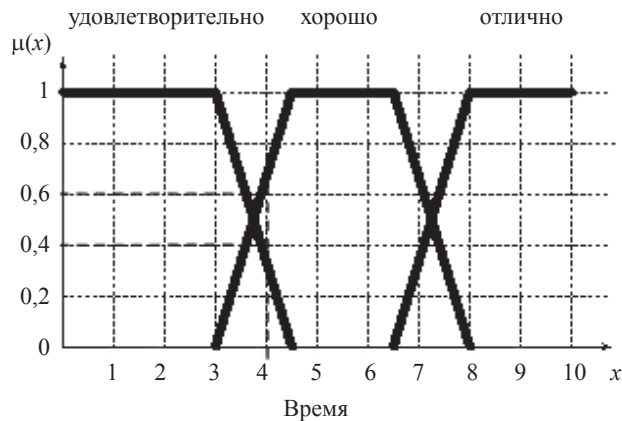


Рис. 7. Пример агрегирования  
«Время равняется 4 баллам»

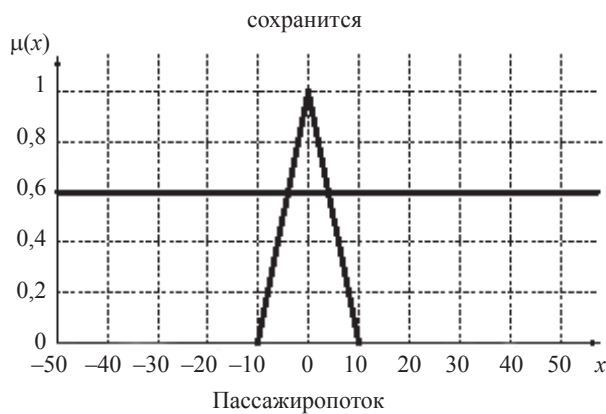


Рис. 8. График ФП для термина ЛП  
«Пассажиропоток сохранится»

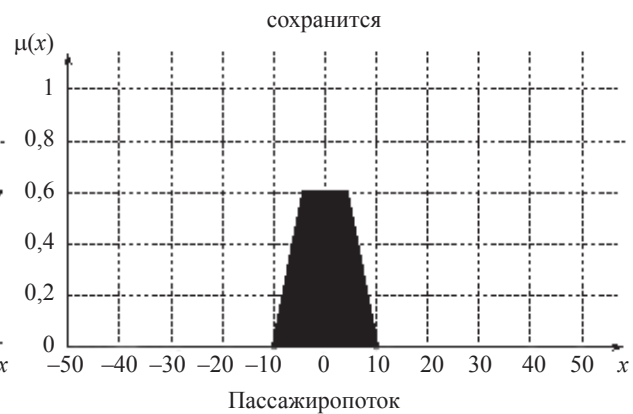


Рис. 9. График ФП после аккумуляции

## 6 Дефаззификация

Дефаззификация выходной лингвистической переменной «Пассажиропоток сохранится» методом центра тяжести для значений функции принадлежности, изображенной на рисунке 9, приводит к значению 0%. Это значение и является результатом решения задачи нечеткого вывода для текущего задания входных лингвистических переменных: «Комфорт берется равным 4 баллам», «Стоимость берется равной 7 баллам» и «Время берется равным 4 баллам». Фактически это означает, что при указанных исходных данных пассажиропоток скорее всего сохранится. Следовательно, управляющих воздействий в таком случае не потребуется.

## Заключение

Использование описанной системы управления качеством обслуживания пассажиров позволяет на основе информации, полученной из Интернета, в частности из социальных сетей, оценивать степень истинности возможного изменения пассажиропотока. Это может способствовать повышению обоснованности решений ОАО РЖД по улучшению качества обслуживания пассажиров.

## Библиографический список

1. Сайт ОАО РЖД [Электронный ресурс] / Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015

года. – Режим доступа: [http://rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE\\_ID=666](http://rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=666).

2. **Основы** научной организации управления не железнодорожном транспорте : метод. пособие / А. Е. Красковский. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2005. – 153 с.

3. **Социальные** сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Д. А. Губанов, Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили. – М. : Изд-во физ.-мат. лит-ры, 2010. – 228 с.

4. **Прикладные** методы анализа данных и знаний / Н. Г. Загоруйко. – Новосибирск : Изд-во ИМ СО РАН, 1999. – 273 с.

5. **Аналитические** проблемы поисковых систем и «лингвистические анализаторы» / А. В. Антонов, В. С. Мешков // НТИ. Сер. 1. – 2000. – № 6. – С. 1–5.

6. **Основы** теории нечетких множеств и нечеткой логики / В. В. Рыбин. – М. : МАИ, 2007. – 96 с.

7. **Нечеткое** моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

8. **Искусственный** интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами : монография / В. А. Соловьёв, С. П. Чёрный. – Владивосток : Дальнаука, 2010. – 267 с.

9. **Нечеткая** оптимизация: новый подход к постановке и решению задач / И. В. Лысенко // Труды СПИИРАН. – Вып. 2, т. 1. – СПб. : СПИИРАН, 2004. – С. 90–118.

10. **Соловьёв, В. А.** Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами : монография / В. А. Соловьёв, С. П. Чёрный. – Владивосток : Дальнаука, 2010. – 267 с.

11. **Выявление** вредоносных программных воздействий на основе нечеткого вывода / С. В. Войцеховский, А. Д. Хомоненко // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. – 2011. – № 3. – С. 81–91.

12. <http://cetaf.ucoz.ru/>

УДК 656.224.072

**А. В. Парфёнова**

Петербургский государственный университет путей сообщения

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРИГОДОВОЙ ЦИКЛИЧНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФИЛИАЛА ОАО ФПК

Представлены результаты исследования внутригодовой цикличности пассажирских перевозок, определены периоды максимальной и минимальной интенсивности пассажиропотоков. Разработан алгоритм исследования внутригодовой неравномерности пассажиропотоков, рассчитан годовой коэффициент неравномерности пассажиропотоков по направлениям и типам вагонов, проведен анализ годового коэффициента неравномерности по направлениям и в целом по сети.

пассажирские перевозки, цикличность пассажирских перевозок, схема состава поезда, Федеральная пассажирская компания (ОАО ФПК), пассажирский комплекс, неравномерность пассажиропотоков.

### Введение

Удовлетворение потребности населения в перевозках основывается на изучении структуры и характера пассажиропотоков, их свойств и особенностей по дорогам и направлениям сети или филиала ОАО ФПК и является одной из основных целей системы

управления пассажирскими перевозками. В настоящее время пассажирский железнодорожный транспорт ведет непрерывную «борьбу за пассажира» с другими видами транспорта [1]. Для его успешной конкурентной борьбы необходимо знать внутригодовую цикличность пассажирских перевозок и