

Г. А. Тимофеева, А. Д. Хазимуллин

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕВОЗЧИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ \*

**Аннотация.** Предложена методика оценки управленческих решений компании железнодорожного перевозчика по привлечению грузовой базы и диверсификации направлений бизнеса с учетом дифференциации грузоотправителей. Подход опирается на использование нечеткой логики при анализе изменений объемов перевозок и дохода компании для описания неполноты информации о реакции клиентов. В качестве критерия используется эффективность вложений, подход учитывает различную реакцию клиентов на выбор управляющих решений в зависимости от типа груза, изменение объемов и доходов перевозок описывается треугольными нечеткими числами. Показано, что в настоящее время наиболее эффективной является стратегия, предусматривающая расширение сопутствующих перевозке транспортно-логистических услуг по сравнению с решениями, направленными на дисконтирование железнодорожного тарифа.

**Ключевые слова:** управленческие решения, перевозка грузов, привлечение клиентов, нечеткая логика, эффективность.

**Для цитирования:** Тимофеева, Г. А. Выбор оптимальных управленческих решений железнодорожного перевозчика с использованием нечеткой логики / Г. А. Тимофеева, А. Д. Хазимуллин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2. – С. 173–180. – DOI 10.46973/0201-727X\_2024\_2\_173.

### **Введение**

Исследование посвящено разработке методики оценки управляющих решений компании – железнодорожного перевозчика по привлечению грузоотправителей с учетом их дифференциации в зависимости от типа груза. В отличие от работ [1–3] здесь не анализируются стратегические решения по развитию транспортно-логистической системы страны, а изучается взаимодействие перевозчика с потребителями услуг. Для анализа отклика клиентов может использоваться вероятностное и имитационное моделирование, однако не всегда имеется возможность получить статистические данные о реакции клиентов на выбор стратегии, поэтому в данном исследовании рассматривается анализ стратегий компании с использованием нечеткой логики для описания отклика клиентов.

Нечеткие числа и нечеткая логика введены Л. Заде [4], в прикладных исследованиях эти математические понятия используются для анализа инвестиционных проектов [5, 6], также авторы используют нечеткое представление для описания широкого круга проблем развития транспортно-логистических систем [7].

### **Оценка реакции грузоотправителей на решения компании**

В работах [8, 9] предложено учитывать дифференциацию грузоотправителей железнодорожного транспорта при анализе эффективности управленческих решений железнодорожного перевозчика. Установлено, что основное различие грузоотправителей состоит в классе отправляемого груза. В табл. 1 представлена структура объемов отгрузки по классу груза и доходов, получаемых железнодорожным перевозчиком от их транспортировки, по всей сети в 2022 году [10].

На основе представленной дифференциации можно сделать вывод о предпочтении выбора таких управленческих решений железнодорожного перевозчика  $U_i$ , которые бы способствовали увеличению высокодоходных классов грузов в общей структуре погрузки.

---

\* Исследования выполнены в рамках проекта № 124032700006-3 «Повышение эффективности и клиентоориентированности региональных транспортных систем на основе моделирования и анализа больших данных» при финансовой поддержке госзаказа.

Таблица 1

## Соотношение основных типов грузов на грузовых железнодорожных перевозках

Класс грузов	Доля класса грузов, %	
	в объеме перевозок	в доходе
Первый – низкодоходные грузы (сырьевые и другие массовые грузы, управляемые в больших объемах для производственных целей)	63	23
Второй – среднедоходные грузы (нефтепродукты, лесоматериалы, товары первой необходимости)	25	54
Третий – высокодоходные грузы (готовая продукция, занимающая наименьший объем перевозок, но имеющая очень широкую номенклатуру)	12	23

Проведем анализ потенциальных управленческих решений железнодорожного перевозчика с учетом разбиения всех грузоотправителей на три основные группы по типу груза. Будем рассматривать следующие стратегии железнодорожного перевозчика [8]:

- стратегия  $U_1$  – развитие и внедрение новых логистических услуг;
- стратегия  $U_2$  – применение единого дисконта на перевозку всех видов груза;
- стратегия  $U_3$  – многоуровневое дисконтирование в зависимости от дальности перевозки.

Введем следующие обозначения для параметров общих показателей перевозки до внедрения стратегии по привлечению клиентов:

$V_k(0)$  – объем перевозимого груза  $k$ -го типа до введения стратегии,  $k = 1, 2, 3$ ;

$D_k(0)$  – годовая прибыль компании от перевозки грузов  $k$ -го типа в доходе;

$\beta_k$  – доля грузов  $k$ -го типа в общем объеме;

$\gamma_k$  – доля грузов  $k$ -го типа в общем доходе компании.

Тогда общий объем грузоперевозок составит

$$V(0) = V_1(0) + V_2(0) + V_3(0), \quad V_k(0) = \beta_k V(0), \quad k = 1, 2, 3, \quad (1)$$

а общий доход

$$D(0) = D_1(0) + D_2(0) + D_3(0), \quad D_k(0) = \gamma_k D(0), \quad k = 1, 2, 3. \quad (2)$$

Структура объемов и доходов по группам грузов отражена в табл. 1 и может быть записана в виде векторов

$$\beta = \{\beta_1, \beta_2, \beta_3\} = \{0,63; 0,25; 0,12\}, \quad \gamma = \{\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3\} = \{0,23; 0,54; 0,23\}. \quad (3)$$

Обозначим  $V_k(U_i)$  и  $D_k(U_i)$  объем перевозок и доход компании от предоставления услуг клиентам  $k$ -й группы после выбора управленческого решения по привлечению клиентов  $U_i$ .

Результат выбранного управленческого решения ( $U_i$ ) для  $k$ -й группы грузоотправителей будем описывать парой нечетких чисел  $\{v_{ik}, d_{ik}\}$ , которые отражают изменение объема и дохода соответственно для каждой стратегии и каждой группы грузоотправителей, т.е.

$$V_k(U_i) = v_{ik} V_k(0), \quad D_k(U_i) = d_{ik} D_k(0), \quad k = 1, 2, 3. \quad (4)$$

Коэффициенты увеличения объемов и доходов для каждой группы грузоотправителей будем описывать с помощью нечеткой логики. Развивая подход, предложенный в [9], будем предполагать, что эти изменения описываются одним из трех термов  $\{A, B, C\}$ , где

$A$  = «практически не изменится»,

$B$  = «увеличится несущественно»,

$C$  = «увеличится существенно».

Прогноз реакции грузоотправителей, который был сделан на основании экспертных оценок, опросов и анализа статистических данных, представлен в табл. 2 [9].

Таблица 2

**Реакция грузоотправителей различных грузов на решения железнодорожного перевозчика по привлечению грузовой базы**

Стратегии	1-й класс грузов		2-й класс грузов		3-й класс грузов	
	Изменение объема ( $v_{i1}$ )	Изменение дохода ( $d_{i1}$ )	Изменение объема ( $v_{i2}$ )	Изменение дохода ( $d_{i2}$ )	Изменение объема ( $v_{i3}$ )	Изменение дохода ( $d_{i3}$ )
Развитие ЛС услуг ( $U_1$ )	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Единый дисконт на все классы груза ( $U_2$ )	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>B</b>
Много-уровневый дисконт от расстояния перевозки ( $U_3$ )	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>B</b>

С целью получения оценок для изменений объемов перевозок и дохода компании в целом конкретизируем представление термов **A**, **B**, **C** в форме нечетких чисел. Так как информации недостаточно, будем использовать треугольные нечеткие числа.

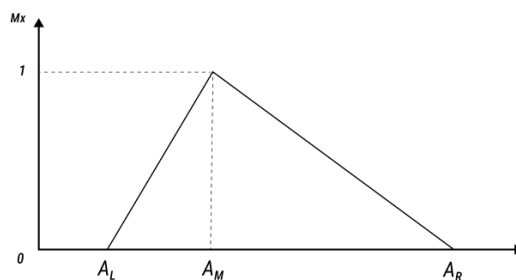
**Действия над нечеткими числами треугольного вида**

Треугольные нечеткие числа широко используются при описании различных прикладных задач [5, 11]. Функция принадлежности нечеткого треугольного числа **A** определяется тремя параметрами: минимальным  $A_L$  и максимальным  $A_R$  возможными значениями и наиболее вероятным  $A_M$  значением нечеткого числа **A**.

**Определение 1.** Треугольная функция  $\mu_A(x)$  принадлежности нечеткого числа **A** задается тремя числами  $\{A_L, A_M, A_R\}$  и записывается как [12]

$$\mu_A(x) = \mu(x; A_L, A_M, A_R) = \begin{cases} 0, & x < A_L, \quad x \geq A_R; \\ \frac{x - A_L}{A_M - A_L}, & A_L \leq x < A_M; \\ \frac{A_R - x}{A_R - A_M}, & A_M \leq x < A_R. \end{cases}$$

График функции принадлежности приведен на рис. 1.



**Рис. 1.** Функция принадлежности нечеткого треугольного числа

**Определение 2.** Нечеткое треугольное число  $A$  будем называть симметричным, если

$$A_M = 0,5A_L + 0,5A_R.$$

Для нахождения суммы треугольных нечетких чисел и их умножения на число будем использовать действия с нечеткими числами [12, 13].

**Утверждение 1.** Пусть  $A$  и  $B$  нечеткие треугольные числа с заданными параметрами  $\{A_L, A_M, A_R\}$  и  $\{B_L, B_M, B_R\}$  соответственно,  $\lambda_1 > 0$ ,  $\lambda_2 > 0$  обычные числа, тогда  $D = \lambda_1 A + \lambda_2 B$  – нечеткое треугольное число с параметрами  $\{D_L, D_M, D_R\}$ , которые находятся по формулам

$$\begin{aligned} D_L &= \lambda_1 A_L + \lambda_2 B_L; \\ D_M &= \lambda_1 A_M + \lambda_2 B_M; \\ D_R &= \lambda_1 A_R + \lambda_2 B_R. \end{aligned} \quad (5)$$

**Следствие.** Пусть выполняются условия утверждения 1 и нечеткие числа являются симметричными, тогда  $D = \lambda_1 A + \lambda_2 B$  также симметричное треугольное число.

Отметим, что при умножении треугольных чисел результат не является треугольным числом, однако он является приближенно треугольным.

Будем рассматривать деление нечеткого треугольного числа  $A$  на нечеткое треугольное число  $B$  в условиях, когда  $B_L > 0$ . В этом случае результат также можно представить в виде нечеткого числа. Из правил действий с нечеткими числами [11, 12] получаем следующее утверждение.

**Утверждение 2.** Пусть  $A$  и  $B$  нечеткие треугольные числа с заданными параметрами  $\{A_L, A_M, A_R\}$  и  $\{B_L, B_M, B_R\}$  соответственно, причем  $B_L > 0$ , тогда их частное  $C = A/B$  является также нечетким числом, функция  $\tilde{\mu}(x; C_L, C_M, C_R)$  принадлежности которого имеет вид

$$\tilde{\mu}_C(x) = \tilde{\mu}(x; C_L, C_M, C_R) = \begin{cases} 0, & x < C_L, \quad x \geq C_R; \\ f_L(x), & C_L \leq x < C_M; \\ f_R(x), & C_M \leq x < C_R. \end{cases}$$

где постоянные  $C_L, C_M, C_R$  определяются по формулам

$$C_L = \frac{A_L}{B_R}, \quad C_M = \frac{A_M}{B_M}, \quad C_R = \frac{A_R}{B_L}, \quad (6)$$

функции  $f_L(x)$  и  $f_R(x)$  монотонно возрастающая и монотонно убывающая неотрицательные функции и

$$f_L(C_L) = f_R(C_R) = 0, \quad f_L(C_M) = f_R(C_M) = 1.$$

При анализе управленческих решений функцию принадлежности общего вида будем заменять треугольной функцией принадлежности  $\mu(x; C_L, C_M, C_R)$  с теми же параметрами.

#### **Анализ результата управленческих решений**

Основным показателем оптимальности решения выберем увеличение эффективности вложений ( $ef$ ) после внедрения стратегии. Под эффективностью здесь будем понимать отношение дохода компании к объему перевозок. Обозначим эффективность после выбора управляющего решения  $U_i$  через  $E(U_i)$ , а исходную эффективность через  $E(0)$ . Тогда

$$ef(U_i) = \frac{E(U_i)}{E(0)}, \quad (7)$$

где

$$E(0) = \frac{D(0)}{V(0)}, \quad E(U_i) = \frac{D(U_i)}{V(U_i)}.$$

Объем перевозок  $V(U_i)$  и доход компании  $D(U_i)$  после внедрения  $U_i$  стратегии зависят от влияния каждой из стратегий на перевозчиков различных видов грузов и могут быть записаны в виде

$$V(U_i) = \sum_{k=1}^3 v_{ik} V_k(0) = V(0) \sum_{k=1}^3 v_{ik}(U_i) \beta_k; \quad (8)$$

$$D(U_i) = \sum_{k=1}^3 d_{ik} D_k(0) = D(0) \sum_{k=1}^3 d_{ik}(U_i) \gamma_k. \quad (9)$$

Каждый уровень (терм) («практически не изменится», «увеличится несущественно», «увеличится существенно») на основе опроса экспертов запишем в виде треугольного нечеткого числа  $A$  с параметрами  $\{A_L, A_M, A_R\}$ :

$$\begin{aligned} A &= \text{«практически не изменится»} = \{1,00; 1,025; 1,05\}; \\ B &= \text{«увеличится несущественно»} = \{1,05; 1,075; 1,10\}; \\ C &= \text{«увеличится существенно»} = \{1,10; 1,15; 1,20\}. \end{aligned}$$

Используя формулы (5), (8), (9) и данные о структуре доходов и расходов (3), рассчитаем оценки для изменения объемов перевозок и доходов железнодорожного перевозчика для каждой стратегии в виде треугольных чисел. Изменение эффективности рассчитываем по следующей формуле:

$$ef(U_i) = \frac{\sum_{k=1}^3 d_{ik}(U_i) \gamma_k}{\sum_{k=1}^3 v_{ik}(U_i) \beta_k}. \quad (10)$$

Учитываем, что и числитель, и знаменатель в формуле (10) – нечеткие числа, и используем соотношения (6) для расчета параметров нечетких оценок эффективности. Результаты приведены в табл. 3.

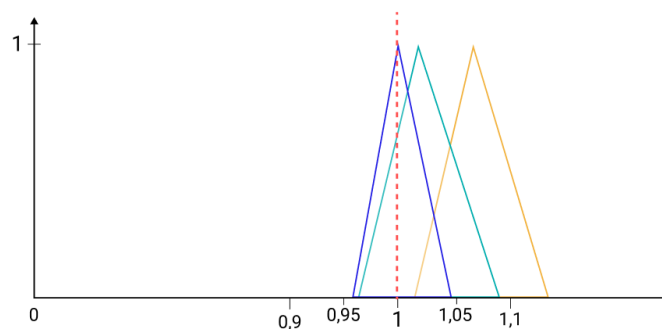
Таблица 3

#### Оценка результатов применения управленческих решений с использованием нечеткой логики

Стратегии	Изменение общего объема $V$			Изменение суммарного дохода $D$			Изменение эффективности		
	$V_L$	$V_M$	$V_R$	$D_L$	$D_M$	$D_R$	$C_L$	$C_M$	$C_R$
Развитие ЛС услуг ( $U_1$ )	1,019	1,044	1,069	1,077	1,12	1,67	1,008	1,075	1,144
Единый дисконт на все классы груза ( $U_2$ )	1,05	1,075	1,1	1,05	1,075	1,1	0,955	1	1,048
Многоуровневый дисконт от расстояния перевозки ( $U_3$ )	1,019	1,044	1,069	1,077;	1,12	1,15;	0,96	1,02	1,09

На рис. 2 приведены графики оценок изменения эффективности для всех трех управленческих решений с использованием нечеткого анализа. Здесь желтым цветом обозначена функция  $ef(U_1)$ , синим –  $ef(U_2)$ , зеленым –  $ef(U_3)$ .

Несмотря на то что все рассмотренные решения приводят к увеличению доходов компании (нижняя граница функции принадлежности доходов после применения решения больше 1 для всех  $U_i$ ), решения  $U_2$  и  $U_3$  несут значительный риск снижения эффективности, причем для решения  $U_2$  риск выше чем 50 %.



**Рис. 2. Функции принадлежности для изменения эффективности перевозок для различных управленческих решений**

На основе проведенных расчетов можно сделать вывод о предпочтительности стратегии  $U_1$  – развитие комплекса транспортно-логистических услуг.

Стратегию  $U_1$  сложно назвать стандартным решением, поскольку его основной целью является не увеличение объемов погрузки железнодорожного транспорта, а развитие спектра транспортно-логистических услуг, сопутствующих процессу транспортировки. Такое решение способствует диверсификации бизнеса железнодорожного перевозчика и позволит создать на базе ОАО «РЖД» рыночного игрока, который способен полноценно организовать принцип «одного окна». Более того, расширение спектра услуг, повышение качества транспортного обслуживания, снижение барьеров входа на железнодорожный транспорт косвенно все равно приведут к увеличению объемов погрузки.

### **Выводы**

В статье предложена методика оценки управляющих решений компании-перевозчика по привлечению клиентов и расширению бизнеса с учетом дифференциации клиентов по типу груза и с использованием нечеткого представления о реакции клиентов на решения компании. Показано, что в настоящее время наиболее эффективной среди рассмотренных является стратегия, предусматривающая расширение транспортно-логистических услуг.

### **Список литературы**

1 **Верескун, В. Д.** Оценка перспектив роста грузооборота международного транспортного коридора «Север – Юг» в современных условиях / В. Д. Верескун, Э. А. Мамаев, Д. В. Сорокин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 3 (91). – С. 45–56. – DOI 10.46973/0201-727X\_2023\_3\_45.

2 Транспортно-логистические системы в условиях системных изменений в экономике / Э. А. Мамаев, А. Н. Гуда, В. А. Финоченко, К. А. Годованый // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 2 (86). – С. 145–154. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_145.

3 Развитие узловой терминально-складской инфраструктуры : модификация методов исследования и прогнозы / О. Н. Числов, В. А. Богачев, В. В. Трапенев [и др.] // Бюллетень результатов научных исследований. – 2023. – № 3. – С. 46–57. – DOI 10.20295/2223-9987-2023-3-46-57.

### **References**

1 **Vereskun, V. D.** The assessment of prospects for growth of cargo turnover of the international transport corridor «north – south» in modern conditions / V. D. Vereskun, E. A. Mamaev, D. V. Sorokin // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2023. – No. 3 (91). – P. 45–56. – DOI 10.46973/0201-727X\_2023\_3\_45.

2 Transport and logistics systems in the context of systemic changes in the economy/ E. A. Mamaev, A. N. Guda, V. A. Fiochenko, K. A. Godovany // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2022. – No. 2 (86). – P. 145–154. – DOI 10.46973/0201-727X\_2022\_2\_145.

3 Development of hub terminal and warehouse infrastructure : modification of research methods and forecasts / O. N. Chislov, V. A. Bogachev, V. V. Trapenov [et al.] // Bulletin of scientific research result. – 2023. – No 3. – P. 46–57. – DOI 10.20295/2223-9987-2023-3-46-57.

- 4 **Заде, Л. А.** Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде. – Москва : Мир, 1976. – 165 с.
- 5 **Вакулина, Г. М.** Нечетко-множественный подход в анализе рисков инвестиционных проектов / Г. М. Вакулина // Экономика и менеджмент систем управления. – 2012. – № 4–3 (6). – С. 406–411. – EDN PVQMCX.
- 6 **Недосекин, А. О.** Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций : монография / А. О. Недосекин. – Санкт-Петербург, 2002. – 181 с.
- 7 **Нейро-нечеткое моделирование транспортно-логистических процессов / О. Н. Числов, Н. Н. Лябах, М. В. Бакалов [и др.] // Транспорт : наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2022. – № 10. – С. 23–27. – DOI 10.36535/0236-1914-2022-10-4.**
- 8 **Тимофеева, Г. А.** Вероятностное моделирование поведения грузоотправителей при оценке программ лояльности на железнодорожном транспорте / Г. А. Тимофеева, А. Д. Хазимуллин // Транспорт Урала. – 2023. – № 4 (79). – С. 34–40. – DOI 10.20291/1815-9400-2023-4-34-40.
- 9 **Тимофеева, Г. А.** Анализ стратегий по привлечению клиентов транспортно-логистических услуг холдинга «РЖД» с учетом дифференциации клиентов / Г. А. Тимофеева, А. Д. Хазимуллин // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2023. – № 1 (57). – С. 64–72. – DOI 10.20291/2079-0392-2023-1-64-72.
- 10 **Российские железные дороги. Годовой отчет 2022. – URL: [https://ar2022.rzd.ru/download/full-reports/ar\\_ru\\_annual-report\\_spreads\\_rzd\\_2022.pdf](https://ar2022.rzd.ru/download/full-reports/ar_ru_annual-report_spreads_rzd_2022.pdf) (дата обращения: 10.12.2022).**
- 11 **Чернов, В. Г.** Основы теории нечетких множеств. Решение задач многокритериального выбора альтернатив / В. Г. Чернов : учебное пособие. – Владимир, 2005. – ISBN 5-89368-612-8.
- 12 **Ухоботов, В. И.** Сравнение нечетких чисел треугольного вида / В. И. Ухоботов, И. С. Стабулит, К. Н. Кудрявцев // Вестник удмуртского университета. Математика, механика, компьютерные науки. – 2019. – Том 29. – № 2. – С. 197–210. – DOI 10.20537/vm190205.
- 13 **Галлямов, Е. Р.** Компьютерная реализация операций с нечеткими числами / Е. Р. Галлямов, В. И. Ухоботов // Вестник ЮУрГУ. Серия : Вычислительная математика и информатика. – 2014. – Том 3. – № 3. – С. 97–108. – EDN SMCHQJ.
- 4 **Zadeh, L. A.** The Concept of Linguistic Variable and Its Application to Approximate Decision Making / L. A. Zadeh. – Moscow : Mir, 1976. – 165 p.
- 5 **Vakulina, G. M.** Fuzzy-set approach in risk analysis of investment projects / G. M. Vakulina // Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya. – 2012. – No 4–3 (6). – P. 406–411. – EDN PVQMCX.
- 6 **Nedosekin, A. O.** Fuzzy-multiple risk analysis of stock investments : monograph / A. O. Nedosekin. – St. Petersburg, 2002. – 181 p.
- 7 **Neuro-fuzzy modeling of transport and logistics processes / O. N. Chislov, N. N. Lyabakh, M. V. Bakalov [et al.] // Transport : science, technology, management. Scientific information collection. – 2022. – No. 10. – P. 23–27. – DOI 10.36535/0236-1914-2022-10-4.**
- 8 **Timofeeva, G. A.** Probabilistic modeling of shipper behavior when assessing loyalty programs on railway transport/ G. A. Timofeeva, A. D. Khazimullin // Transport of the Urals. – 2023. – No. 4 (79). – P. 34–40. – DOI 10.20291/1815-9400-2023-4-34-40.
- 9 **Timofeeva, G. A.** Analysis of strategies to attract customers of transport and logistics services of "Russian Railways" holding taking into account customer differentiation / G. A. Timofeeva, A. D. Khazimullin // Herald of the Ural State University of Railway Transport. – 2023. – No 1 (57). – P. 64–72. – DOI 10.20291/2079-0392-2023-1-64-72.
- 10 **Russian Railways. Annual report 2022. – URL: [https://ar2022.rzd.ru/download/full-reports/ar\\_ru\\_annual\\_report\\_spreads\\_rzd\\_2022.pdf](https://ar2022.rzd.ru/download/full-reports/ar_ru_annual_report_spreads_rzd_2022.pdf) (date of access: 12/10/2022).**
- 11 **Chernov, V. G.** Fundamentals of the theory of fuzzy sets. Solving problems of multicriteria selection of alternatives / V. G. Chernov : Textbook. – Vladimir, 2005. – ISBN 5-89368-612-8.
- 12 **Ukhobotov, V. I.** Comparison of triangular fuzzy numbers/ V. I. Ukhobotov, I. S. Stabulit, K. N. Kudryavtsev // Vestnik Udmurtskogo Universiteta. Matematika. Mekhanika. Komp'yuternye Nauki. – 2019. – Vol. 29. – No 2. – P. 197–210. – DOI 10.20537/vm190205.
- 13 **Gallyamov, E. R.** Computer implementation of operations with fuzzy numbers / E. R. Gallyamov, V. I. Ukhobotov // Bulletin of the South Ural State University. Series : Computational Mathematics and Software Engineering. – 2014. – Vol. 3. – No. 3. – P. 97–108. – EDN SMCHQJ.

*G. A. Timofeeva, A. D. Khazimullin*

### SELECTING OPTIMAL MANAGEMENT DECISIONS FOR A RAILWAY CARRIER USING FUZZY LOGIC

**Abstract.** The paper proposed a methodology for assessing management decisions of a railway carrier company to attract a freight base and diversify business areas using the differentiation of shippers. The approach is based on the use of fuzzy logic in analyzing changes in transportation volumes and company income to describe the incompleteness of information about customer reactions. The efficiency of investments is used as a criterion, the approach takes into account the different reactions of customers to the choice of management decisions depending on the type of cargo, the change in transportation volumes and income is described by triangular fuzzy numbers. It is shown that at present, a more effective strategy is one that provides for the expansion of associated transportation and logistics services compared to solutions aimed at discounting the railway tariff.

**Keywords:** management decisions, cargo transportation, customer acquisition, fuzzy logic, efficiency.

**For citation:** Timofeeva, G. A. Selecting optimal management decisions for a railway carrier using fuzzy logic / G. A. Timofeeva, A. D. Khazimullin // Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya. – 2024. – No. 2. – P. 173–180. – DOI 10.46973/0201–727X\_2024\_2\_173.

#### Сведения об авторах

**Тимофеева Галина Адольфовна**

Уральский государственный университет  
путей сообщения (УрГУПС),  
кафедра «Естественнонаучные дисциплины»,  
доктор физико-математических наук,  
профессор, заведующая кафедрой,  
e-mail: Gtimofeeva@usurt.ru

**Хазимуллин Артем Дамирович**

Уральский государственный университет  
путей сообщения (УрГУПС),  
кафедра «Естественнонаучные дисциплины»,  
аспирант,  
e-mail: hazimullinad@mail.ru

#### Information about the authors

**Timofeeva Galina Adolfovna**

Ural State University of Railway Transport  
(USURT),  
Doctor of Doctor of Physical and Mathematical  
Sciences, Professor, Head of the Chair,  
Chair «Natural Sciences»,  
e-mail: Gtimofeeva@usurt.ru

**Khazimullin Artem Damirovich**

Ural State University of Railway Transport  
(USURT),  
Chair «Natural Sciences»,  
Postgraduate Student,  
e-mail: hazimullinad@mail.ru