

УДК 656.7

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВЫБОРА ВИДА ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДАЛЬНОСТИ ПЕРЕВОЗОК

А.А. ПРЫТОВ

Статья посвящена разработке механизма выбора вида пассажирского транспорта с использованием метода нечетких множеств. Представлены результаты расчетов, подтверждающие эффективность использования транспорта в зависимости от дальности поездки с учетом требований пассажиров, которые не имеют четкой количественной оценки и количественной взаимосвязи (продолжительности, стоимости, комфортности, надежности и безопасности поездки).

**Ключевые слова:** пассажирские перевозки, критерии качества, метод нечетких множеств.

Переход к рыночным отношениям требует новых подходов к определению путей повышения эффективности производства транспортных услуг, использования в управлении методов современного маркетинга, которые способствуют расширению возможностей экономического анализа, выявлению резервов, анализа тенденций и обоснования управленческих решений. Методом проведения такого анализа является разработка механизма выбора наиболее эффективного способа перевозки пассажиров в зависимости от дальности.

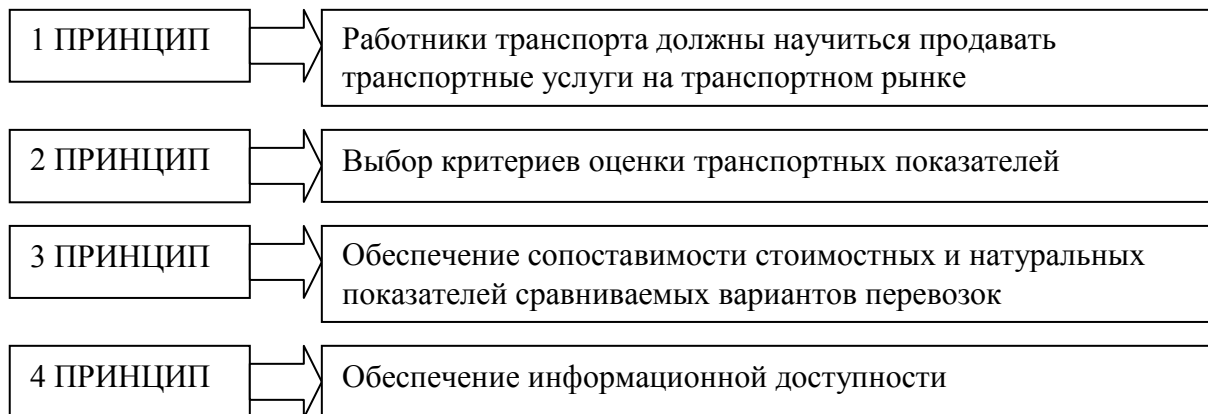
В настоящее время обширность территории России, неравномерность распределения сырьевых источников и их потребителей, изменение транспортной подвижности населения в зависимости от экономического развития отдельных регионов создают объективные предпосылки к развитию механизмов выбора наиболее эффективного пассажирского транспорта. В связи с этим выбранная тема исследования и задачи, поставленные в ней, имеют актуальное значение.

Проблема выбора способов перемещения пассажиров является одной из главных при создании и функционировании производственно-экономических систем и населенных пунктов в государстве. В настоящее время заметно возросла конкуренция между железнодорожным, воздушным и автомобильным транспортом при пассажирских перевозках. Это дает стимул для поиска новых технологий, повышения качества транспортного обслуживания потребителей транспортных услуг, использования принципов логистики и маркетинга в организации перевозок. Соответственно повышаются и возможности выбора видов транспорта с учетом технико-экономических и эксплуатационных особенностей, а также конкурентоспособности транспортных услуг каждого из них. На рис. 1 представлены существующие принципы выбора видов транспорта.

Выбор осуществляется с учетом четырех принципов, которые в значительной мере предопределяют методы выбора видов транспорта. Первый принцип заключается в том, что выбор вида транспорта или способа перемещения делают сами потребители транспортных услуг. Это означает, что работники транспорта должны научиться продавать (а не распределять) транспортные услуги на транспортном рынке.

Второй принцип – основным критерием выбора вида транспорта являются затраты потребителей на транспортные услуги.

Третий принцип заключается в обеспечении сопоставимости стоимостных и натуральных показателей сравниваемых вариантов перевозок.



**Рис. 1.** Принципы выбора видов транспорта для потребителей транспортных услуг

Четвертый принцип – обеспечение достоверной и достаточной информированности потребителей транспортных услуг.

Сложность практической реализации рассмотренных принципов заключается в отсутствии универсального механизма выбора вида транспорта с учетом требований потребителей и возможностей производителей транспортных услуг. Это обусловлено тем, что отдельные показатели использования транспорта не имеют четкой количественной оценки.

Данные выводы легли в основу предлагаемого механизма оценки и выбора вида транспорта на основе теории нечетких множеств [1].

### Постановка задачи

Основными факторами при выборе вида пассажирского транспорта согласно анкетированию потребителей (пассажиры) являются [1]:

- продолжительность (время) следования;
- стоимость поездки;
- комфортабельность поездки;
- безопасность поездки;
- надежность поездки (задержки, отмена поездки, опоздания и т.п.).

Так как эти факторы не имеют четкой количественной оценки и количественной взаимосвязи, анализ влияния этих факторов на выбор вида транспорта имеет смысл проводить с использованием метода нечетких множеств [1].

Были выбраны три вида транспорта: воздушный (далее авиа), железнодорожный (далее ж/д) и автомобильный (далее авто).

Определены пять критериев качества (факторы):

- F1 – продолжительность (время) следования;
- F2 – стоимость поездки;
- F3 – надежность поездки;
- F4 – комфортабельность поездки;
- F5 – безопасность поездки.

Рассматривался выбор оптимального вида транспорта (воздушного, железнодорожного и автомобильного) для перевозки пассажиров на дальние расстояния, используя выбранные факторы, между г. Москва и следующими городами, представленными в табл. 1.

Статистические исходные данные по стоимости и времени поездки взяты из Интернета и приведены в табл. 2.

Цель решаемой задачи – выбор лучшего вида транспорта для поездки по каждому из выбранных маршрутов, отличающихся дальностью, учитывая выбранные критерии качества – факторы.

Таблица 1

## Рассматриваемые маршруты и дальности поездки

№ маршрута	Маршрут	Расстояние, км
1	Москва – Владимир	200
2	Москва – Вязники	297
3	Москва – Н. Новгород	440
4	Москва – Казань	734
5	Москва – Набережные Челны	1066
6	Москва – Курган	2062

Таблица 2

## Статистические данные о стоимости и времени поездки

№ маршрута	Стоимость билета, руб.			Время в пути, ч		
	авиа	ж/д	авто	авиа	ж/д	авто
1	-	445	250	-	2	3
2	-	547	450	-	4,8	5,3
3	3427	1322	700	3,0	6,0	8
4	3066	3217	1300	3,25	12	12
5	3675	3396	1500	3,3	20,2	22
6	5467	5785	-	4,3	40	-

## Расчеты для маршрута Москва – Н. Новгород

Значения критериев для видов транспорта представлены в табл. 3.

Таблица 3

## Значения критериев для маршрута Москва – Н. Новгород

Критерий и единицы измерения	Вид транспорта			Диапазон
	авиа	ж/д	авто	
F1 – время в пути, ч	3,0	6,0	8,0	1,0-10,0
F2 – тариф, руб.	3427	1332	700	700-3427
F3 – надежность (2, 3, 5)	5 (худшая)	2	3	Чем меньше, тем лучше
F4 – комфортность (1, 2, 3)	2	1 (лучшая)	3 (худшая)	Чем меньше, тем лучше
F5 – безопасность поездки (2, 3, 5)	2 (лучшая)	3	5 (худшая)	Чем меньше, тем лучше

Расчеты с применением математического аппарата теории нечетких множеств проводятся в три этапа [1].

Этап 1. Построение функций принадлежности, соответствующих понятиям «временной коэффициент», «коэффициент стоимости», «коэффициенты надежности», «коэффициент комфортности» поездки и «коэффициент безопасности» [3].

В работе использовалась Z-подобная функция принадлежности, которая для факторов времени в пути, стоимости поездки соответствует исходным данным, а для остальных факторов качественно не противоречит.

Построение таких функций проводилось на основании статистических данных, представленных на рис. 2-6.

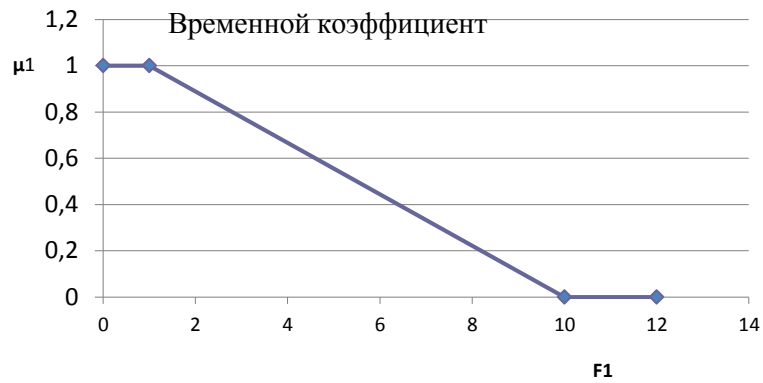


Рис. 2. Функция принадлежности по критерию времени

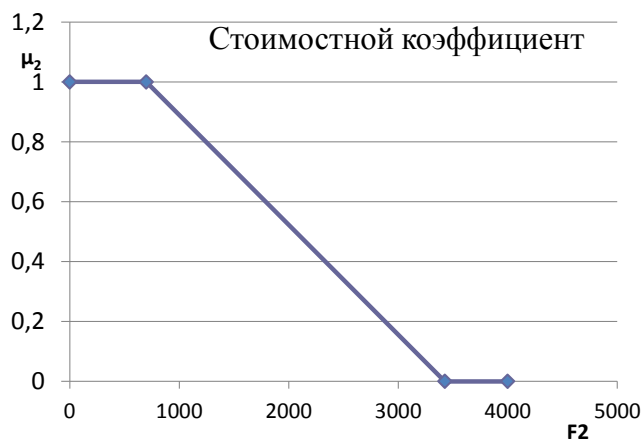


Рис. 3. Функция принадлежности по критерию стоимости

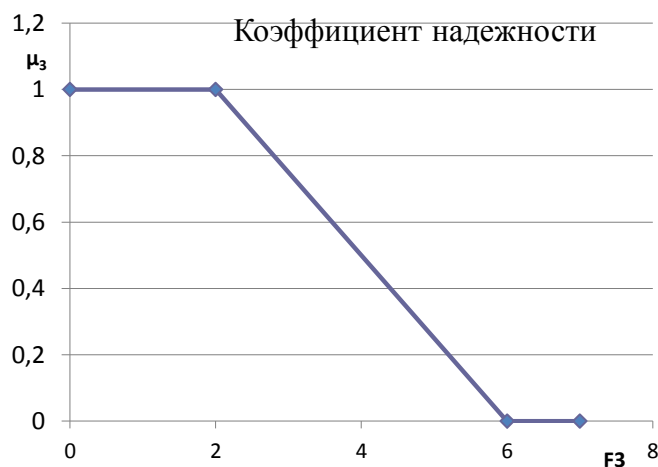
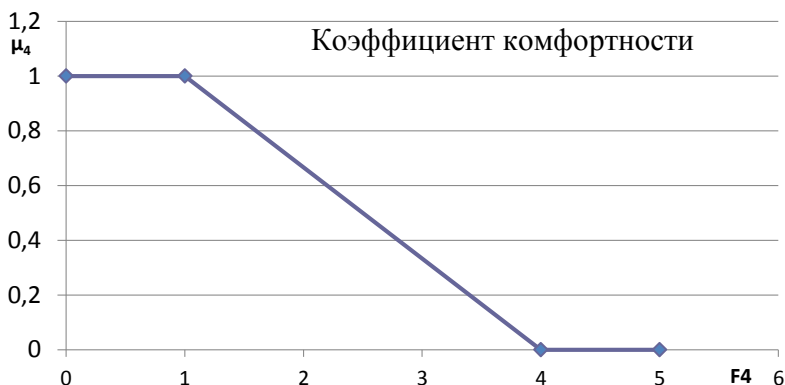
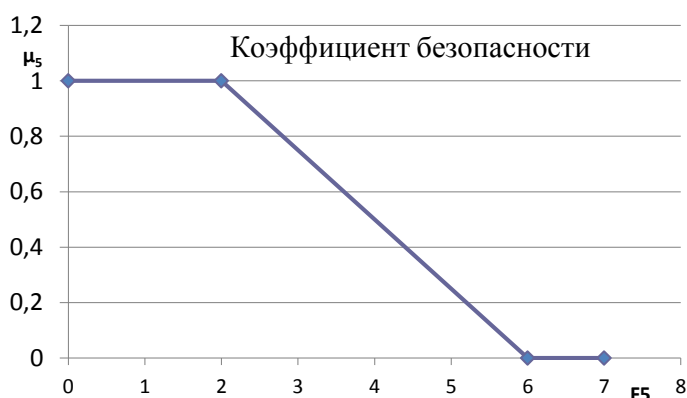


Рис. 4. Функция принадлежности по критерию надежности



**Рис. 5.** Функция принадлежности по критерию комфортабельности



**Рис. 6.** Функция принадлежности по критерию безопасности

Этап 2. Определяются конкретные значения функции принадлежности по критериям качества F1, ..., F5 из рис. 2-6.

Для каждой альтернативы определены конкретные значения, которые представлены следующими нечеткими множествами:

$$\begin{aligned} \mu_1 &= \{0,8/3,0 + 0,4/6,0 + 0,2/8,0\}; \\ \mu_2 &= \{0,3/3427 + 0,7/1332 + 1,0/700\}; \\ \mu_3 &= \{0,2/5+0,7/3+1,0/2\}; \\ \mu_4 &= \{0,6/2+1,0/1+0,3/3\}; \\ \mu_5 &= \{1,0/5+0,7/3+0,2/5\}. \end{aligned}$$

Знак «+» означает объединение множеств, знак «/» – значение критерия.

Этап 3. Производится свертка имеющейся информации в целях выявления лучшей альтернативы. Множество оптимальных альтернатив определяется путем пересечения нечетких множеств, содержащих оценки альтернатив по критериям выбора.

На практике различные пассажиры придают критериям различную важность. Например, для пенсионера предпочтительнее более дешевый тариф, а для командировочного или бизнесмена стоимость не имеет большого значения.

Поэтому целесообразно рассмотреть два варианта. Первый вариант, когда все критерии имеют одинаковую важность. Второй, критерии имеют различную важность. В этом случае различные категории пассажиров могут подбирать маршрут в соответствии со своими пожеланиями.

Если критерии имеют различную важность, то рекомендуется введение весовых коэффициентов критериев путем построения матрицы попарных соотношений критериев.

В данном варианте рассмотрен случай, когда все критерии одинаково важны и имеют одинаковый приоритет.

Оптимальной считается альтернатива с максимальным значением функции принадлежности к множеству В. Операция пересечения нечетких множеств соответствует выбору минимального значения для j-й альтернативы.

Для рассматриваемой задачи множество оптимальных альтернатив будет формироваться следующим образом:

$$B = \{ \min \{ 0,8; 0,3; 0,2; 0,6; 1,0 \} \\ \min \{ 0,4; 0,7; 0,7; 1,0; 0,7 \} \\ \min \{ 0,2; 1,0; 1,0; 0,30; 0,2 \} \}.$$

Результирующий вектор приоритетов альтернатив имеет следующий вид

$$\max \{ \mu_j \} = \max \{ 0,2; 0,4; 0,2 \} = 0,4.$$

Таким образом, лучшей альтернативой по маршруту протяженностью 440 км является железнодорожный транспорт, которому соответствует значение - 0,4. На втором месте находятся автомобильный - 0,2 и воздушный - 0,2, которые имеют одинаковые показатели.

Аналогично рассматриваются остальные маршруты из табл. 1.

Основные результаты расчетов приведены в табл. 4.

**Таблица 4**

Результаты расчетов для случая равнозначных приоритетов

Дальность перевозки, км	<300	300-440	440-650	650-750	750-1000	1000-2000	>2000
Все критерии равнозначны	авто	авто/ж/д	ж/д	ж/д	ж/д	авиа	авиа

### Заключение

Использование различных видов транспорта в зависимости от дальности перевозки и выбранных равнозначных по степени важности факторов в соответствии с расчетами, проведенными на основе метода нечетких множеств, дает следующие результаты:

- от 1000 км и выше больше используется воздушный транспорт;
- от 300 до 1000 км больше используется железнодорожный транспорт;
- на расстояние до 300 км больше используется автомобильный транспорт.

Полученные результаты опубликованы в [2].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов А.Н., Кроумберг О.А., Федоров И.П. *Принятие решений на основе нечетких моделей: примеры использования*. Рига: Зинатве, 1990. 184 с.
2. *Методы построения функций принадлежности нечетких множеств*. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.victoria.lviv.ua>.
3. Большедворская Л.Г. Анализ факторов, влияющих на проектирование схемы доставки грузов // *Научный Вестник МГТУ ГА*. 2013. № 190. С. 28-33.

### DEVELOPMENT OF THE METHOD OF THE CHOICE OF THE TYPE OF PASSENGER TRANSPORT DEPENDING ON RANGE OF TRANSPORTATIONS

**Prytov A.A.**

The article is devoted to the development of the mechanism of a choice of a type of passenger transport with the use of a method of indistinct sets. The article presents the results of calculations confirming efficiency of using transport depending on range of a trip taking into account requirements of passengers which have no accurate quantitative assessment and quantitative interrelation (duration, cost, comfort, reliability and safety of a trip).

**Keywords:** passenger transportation, criteria of quality, method of indistinct sets.

**REFERENCES**

1. **Borisov A.N., Kroumberg O.A., Fedorov I.P.** *Prinjatie reshenij na osnove nechetkih modelej: primery ispol'zovanija*. Riga: Zinatve. 1990. 184 p. (In Russian).
2. *Metody postroenija funkcij prinadlezhnosti nechetkih mnozhestv*. URL: <http://www.victoria.lviv.ua>. (In Russian).
3. **Bol'shedvorskaja L.G.** Analiz faktorov, vlijajushhih na proektirovanie shemy dostavki gruzov. *Nauchnyj Vestnik MGTU GA*. 2013. № 190. Pp. 28-33. (In Russian).

**Сведения об авторе**

**Прытов Алексей Александрович**, 1991 г.р., окончил МГТУ ГА (2014), аспирант МГТУ ГА, автор 3 научных работ, область научных интересов – взаимодействие различных видов транспорта в смешанных перевозках.