

МЕТОДИКА ВЫБОРА ИСПОЛНИТЕЛЯ УСЛУГ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

В рыночных условиях предприятиям и организациям, нуждающимся в перевозке грузов и пассажиров, приходится делать выбор – выполнять перевозку самостоятельно или поручить ее контрагенту – предприятию или частному лицу, имеющему в своем распоряжении подвижной состав и выполняющему перевозки на договорной основе. В современных условиях, предприятия и организации чаще прибегают к аутсорсингу, под которым понимается привлечение сторонних организаций для выполнения одной или нескольких функций или операций. Главным критерием выбора перевозчиков пассажиров является безопасность оказания услуги, поэтому использование только стоимостных методов недопустимо. При использовании многокритериальных методов остаются непроработанными вопросы определения относительной важности критериев и выбора шкал измерения. Таким образом, задача выбора перевозчика является распространенной, а проблема развития подходов к её решению остается актуальной.

На основе требований нормативно-технической документации выделены частные критерии для выбора перевозчика пассажиров по заказам. Для определения значений критериев конкретного перевозчика предлагается использовать усеченную шкалу школьных оценок. Таким образом, каждый перевозчик характеризуется векторной оценкой из восьми частных критериев. Векторные оценки для выбора перевозчика удобно использовать при наличии информации об относительной важности критериев. Относительная важность критериев определялась экспертами в шкале Саати. В ходе итерационной процедуры определены значения вектора групповой оценки относительной важности критериев и вектора весовых коэффициентов компетентности экспертов.

Результаты исследования по определению экспертных предпочтений частных критериев различными методами показали, что ранги частных критериев совпадают. Это указывает на строгую линейную упорядоченность критериев. На основе полученной информации о предпочтениях экспертов, предлагается использовать подход к выбору перевозчика пассажиров на основе парето-оптимальных решений многокритериальных задач.

Ключевые слова: транспортная логистика, задача выбора перевозчика, парные сравнения, относительная важность критериев.

Ситуация выбора перевозчика часто возникает на предприятиях и организациях планирующих перевозку пассажиров по заказам. Анализ методов выбора перевозчика изложен в работах Л.Б. Миротина [1]. Существующие методы выбора перевозчика подразделяют на стоимостные и многокритериальные.

Выбор перевозчика происходит по сравнительно не большому набору критериев, поэтому использование скалярных методов выбора не вполне обоснованно, т. к. влияние различных критериев на выбор отличается и сложно представить их как одномерную величину. Однако часто векторные методы не позволяют получить линейный порядок предпочтения альтернатив. В этом случае рекомендуется использовать обобщающую функцию для получения линейного порядка, например как в методе анализа иерархий.

В современных условиях, наиболее широко распространены ранговые методы [2]. Выбор подходящей альтернативы, в таких методах, осуществляется на основе расчета комплексного рейтинга. Как правило, наибольшее внимание при использовании ранговых методов уделяют алгоритму рас-

чета рейтинга. В то время как не менее важными вопросами являются расчет относительных весов критериев, определение шкалы измерения степени присутствия свойства, оцениваемого данным критерием. Данные вопросы должны быть изучены и учтены при использовании логистического подхода к управлению перевозкой пассажиров по заказам. В вопросах выбора перевозчика широко применяют экспертные методы как один из удобных и оперативных источников информации, хорошо приспособленным к слабо структурированным задачам.

В работе предполагается, что выбор перевозчика пассажиров по заказам – многокритериальная задача, так как сложно найти единый критерий выбора, учитывающий все требования заказчика. Сведение всех критериев к единому стоимостному выражению трудно осуществить, а часто и невозможно. Многие из критериев измерены в шкалах отношений и порядка. В работе предложено оценивать критерии в усеченной шкале школьных оценок: (2, 3, 4, 5). Критерии выбора перевозчика могут иметь разную важность для различных условий. Возникает задача

установления относительной важности таких критериев.

Исходя из вышесказанного, необходимо разработать методику выбора перевозчика пассажиров по заказам, на основе ранговых методов решения многокритериальных задач. При этом необходимо учитывать всю информацию, получаемую от экспертов. Для этого необходимо использовать современные методы обработки данных получаемых от экспертов.

Одним из основных критериев выбора перевозчика является безопасность оказания услуги. В соответствии с ГОСТ Р 51825-2001 «Услуги пассажирского автомобильного транспорта. Общие требования» безопасность услуги должна обеспечиваться за счет соблюдения комплекса требований, которые можно представить как критерии выбора перевозчика.

Для получения информации о важности критериев произведен опрос экспертов. Опрос предусматривал заполнение таблицы, в которой число строк равно числу столбцов и равно числу рассматриваемых критериев выбора. Критерии выбора закодированы в таблицы следующим образом:

ОФ СТРУК – организационно-функциональная структура и персонал исполнителя;

ИСП РУК С – исполнительные руководители и специалисты;

ПОДГ РЕС – подготовка ресурсов;

ОБЕСП ПРО – обеспечение производства;

ОПЕР УПР – оперативное управление;

СОСТ РЕС – состояние ресурсов;

ПОСАДКА – посадка (высадка) пассажиров;

ПЕРЕВОЗКА – перевозка пассажиров.

Для сравнения критериев по важности экспертам было предложено сравнивать их по рекомендациям В.В. Подиновского [3].

Эксперты выражали степень доминирования одного критерия над другим в шкале, предложенной Т. Саати [4]:

1 – два критерия имеют равную важность относительно критерия «Безопасность услуги»;

2 – промежуточная градация между равной и средней важностью относительно критерия «Безопасность услуги»;

3 – эксперт считает один критерий немного важнее другого относительно критерия «Безопасность услуги»;

4 – промежуточная градация между средней и умеренно сильной важностью относительно критерия «Безопасность услуги»;

5 – эксперт считает, что один из критериев явно важнее другого относительно критерия «Безопасность услуги»;

6 – промежуточная градация между умеренно сильной и очень сильной важностью относительно критерия «Безопасность услуги»;

7 – эксперта считает, что один из критериев гораздо важнее другого относительно критерия «Безопасность услуги», превосходство критерия доказано на практике;

8 – промежуточная градация между сильной и абсолютно сильной важностью одного критерия над другим относительно критерия «Безопасность услуги»;

9 – очевидность подавляющей важности одного критерия над другим относительно критерия «Безопасность услуги», имеются неоспоримые подтверждения.

Пример анкеты представлены на рисунке 1.

Полученную информацию о предпочтениях экспертов проверяли на порядковую и количественную согласованность. Относительная важность критериев определялась как ранг значений элементов собственного вектора.

Для определения групповой оценки относительной важности и вектора весовых коэффициентов компетентности экспертов, использована методика анализ группового предпочтения [5]. Для вычисления вектора групповой оценки и вектора весовых коэффициентов компетентности экспертов, вектора индивидуальных предпочтений экспертов сведем в матрицу Р с элементами p_{ij} , представляющими собой оценки i -го объекта j -м экспертом.

$$P = \begin{pmatrix} 0.119 & 0.15 & 0.103 & 0.086 & 0.078 \\ 0.05 & 0.107 & 0.044 & 0.068 & 0.023 \\ 0.218 & 0.072 & 0.034 & 0.106 & 0.057 \\ 0.154 & 0.219 & 0.103 & 0.199 & 0.166 \\ 0.071 & 0.049 & 0.058 & 0.044 & 0.049 \\ 0.277 & 0.303 & 0.137 & 0.288 & 0.347 \\ 0.025 & 0.029 & 0.213 & 0.025 & 0.093 \\ 0.086 & 0.072 & 0.309 & 0.185 & 0.187 \end{pmatrix}$$

Для получения вектора группового предпочтения используем вспомогательную матрицу:

$$PP' = \begin{pmatrix} 0.061 & 0.034 & 0.054 & 0.092 & 0.029 & 0.144 & 0.039 & 0.083 \\ 0.034 & 0.021 & 0.029 & 0.053 & 0.015 & 0.08 & 0.018 & 0.042 \\ 0.054 & 0.029 & 0.068 & 0.083 & 0.028 & 0.137 & 0.023 & 0.065 \\ 0.092 & 0.053 & 0.083 & 0.149 & 0.045 & 0.238 & 0.053 & 0.129 \\ 0.029 & 0.015 & 0.028 & 0.045 & 0.015 & 0.072 & 0.021 & 0.045 \\ 0.144 & 0.08 & 0.137 & 0.238 & 0.072 & 0.391 & 0.084 & 0.206 \\ 0.039 & 0.018 & 0.023 & 0.053 & 0.021 & 0.084 & 0.056 & 0.092 \\ 0.083 & 0.042 & 0.065 & 0.129 & 0.045 & 0.206 & 0.092 & 0.177 \end{pmatrix}$$

Для получения вектора весовых коэффициентов компетентности экспертов используем вспомогательную матрицу:

$$P'P = \begin{pmatrix} 0.178 & 0.167 & 0.112 & 0.167 & 0.166 \\ 0.167 & 0.187 & 0.118 & 0.175 & 0.178 \\ 0.112 & 0.118 & 0.187 & 0.14 & 0.156 \\ 0.167 & 0.175 & 0.14 & 0.183 & 0.186 \\ 0.166 & 0.178 & 0.156 & 0.186 & 0.204 \end{pmatrix}$$

$$P_{1_норм} = \begin{pmatrix} 0.107 \\ 0.058 \\ 0.097 \\ 0.168 \\ 0.054 \\ 0.27 \\ 0.077 \\ 0.168 \end{pmatrix}$$

В качестве начального приближения весовых коэффициентов компетентности принимаем вектор:

$$v_{\theta_норм} = \begin{pmatrix} 1/5 \\ 1/5 \\ 1/5 \\ 1/5 \\ 1/5 \end{pmatrix}$$

Тогда первое приближение вектора групповой оценки получим как нормированное произведение исходной матрицы на вектор начального приближения весовых коэффициентов компетентности:

Для уточнения вектора весовых коэффициентов компетентности умножим вспомогательную матрицу P'P на его начальное значение и подвергнем нормировке:

$$v_{1_норм} = \begin{pmatrix} 0.194 \\ 0.203 \\ 0.175 \\ 0.209 \\ 0.219 \end{pmatrix}$$

Второе приближение вектора групповой оценки получим как произведение вспомога-

	ОФ СТРУК	ИСП РУК С	ПОДГ РЕС	ОБЕСП ПРО	ОПЕР УПР	СОСТ РЕС	ПОСАД	ПЕРЕВ
ОФ СТРУК	-	5	1/5	1/3	3	1/2	3	3
ИСП РУК С	1/5	-	1/3	1/5	1/5	1/3	7	1/3
ПОДГ РЕС	5	3	-	3	3	1/3	5	3
ОБЕСП ПРО	3	5	1/3	-	3	1/5	5	3
ОПЕР УПР	1/3	5	1/3	1/3	-	1/3	3	1/3
СОСТ РЕС	2	3	3	5	3	-	5	3
ПОСАД	1/3	1/7	1/5	1/5	1/3	1/5	-	1/5
ПЕРЕВ	1/3	3	1/3	1/3	3	1/3	5	-

Рисунок 1. Анкета эксперта

тельной матрицы Р'Р на вектор начального приближения групповой оценки, результат подвергнем нормировке:

$$p_{2_норм} = \begin{pmatrix} 0.107 \\ 0.058 \\ 0.097 \\ 0.17 \\ 0.054 \\ 0.275 \\ 0.074 \\ 0.165 \end{pmatrix}$$

Второе приближение вектора весовых коэффициентов компетентности получим умножив вспомогательную матрицу Р'Р на первое приближение и подвергнем нормировке:

$$v_{2_норм} = \begin{pmatrix} 0.194 \\ 0.204 \\ 0.173 \\ 0.209 \\ 0.219 \end{pmatrix}$$

Третье и четвертое приближение векторов групповой оценки и весовых коэффициентов компетентности получим аналогично второму:

$$p_{3_норм} = \begin{pmatrix} 0.107 \\ 0.058 \\ 0.098 \\ 0.17 \\ 0.054 \\ 0.275 \\ 0.073 \\ 0.165 \end{pmatrix}, v_{3_норм} = \begin{pmatrix} 0.195 \\ 0.204 \\ 0.173 \\ 0.209 \\ 0.219 \end{pmatrix}$$

$$p_{4_норм} = \begin{pmatrix} 0.107 \\ 0.058 \\ 0.098 \\ 0.17 \\ 0.054 \\ 0.276 \\ 0.073 \\ 0.165 \end{pmatrix}, v_{4_норм} = \begin{pmatrix} 0.195 \\ 0.204 \\ 0.173 \\ 0.209 \\ 0.219 \end{pmatrix}$$

Абсолютные значения максимального расхождения между предыдущим и последующим приближением векторов групповой оценки составляют:

$$\begin{aligned} \max|p_{2_норм} - p_{1_норм}| &= 6,866 \times 10^{-3}; \\ \max|p_{3_норм} - p_{2_норм}| &= 6,299 \times 10^{-4}; \\ \max|p_{4_норм} - p_{3_норм}| &= 6,69 \times 10^{-5}. \end{aligned}$$

Малые значения расхождений свидетельствуют о сходимости итерационного процесса, что в свою очередь позволяет принять четвертое приближение значения вектора групповой оценки как групповое предпочтение критериев экспертами.

Абсолютное значение максимального расхождения между предыдущим и последующим приближением векторов оценок компетентности экспертов составляет:

$$\begin{aligned} \max|v_{2_норм} - v_{1_норм}| &= 2,139 \times 10^{-3}; \\ \max|v_{3_норм} - v_{2_норм}| &= 2,236 \times 10^{-4}; \\ \max|v_{4_норм} - v_{3_норм}| &= 2,397 \times 10^{-5}. \end{aligned}$$

Малые значения расхождений свидетельствуют о сходимости итерационного процесса, что в свою очередь позволяет принять четвертое приближение вектора оценок компетентности экспертов как окончательное.

Также была использована вероятностная модель Бредли-Терри [6], относительная важность критериев определялась методом максимального правдоподобия [7], [8].

Сравним результирующие ранжировки критериев, полученные по различным моделям. Для этого сведем вектора групповых оценок полученных методом парных сравнений в таблицу 1 и присвоим их элементам ранги. Также в таблицу включим общее число экспертов a_j , которые предпочитают i -ый критерий j -му, так как Лестор Рэндолф Форд младший [6] указал на то, что ранжировка оценок, полученных методом максимального подобия, совпадает с ранжировкой, полученной по сумме очков.

По полученным данным все ранжировки совпадают. В этом случае можно говорить о строго линейной упорядоченности критериев. Это упрощает процесс принятия решений по некомпенсаторной модели.

В результате экспериментального исследования получена информация о важности критериев:

$$\Omega = \{ \text{«СОСТ РЕС»} \succ \text{«ОБЕСП ПРО»} \succ \text{«ПЕРЕВ»} \succ \text{«ОФ СТРУК»} \succ \text{«ПОДГ РЕС»} \succ \text{«ПОСАД»} \succ \text{«ИСП РУК С»} \succ \text{«ОПЕР УПР»} \}.$$

Таблица 1. Ранги критериев полученные по различным критериям

Критерий	Групповой вектор		Модель Бредли-Терри		a_i	
	Значение	Ранг	Значение	Ранг	Значение	Ранг
ОФ СТРУК	0,107	4	0,07	4	18	4
ИСП РУК С	0,058	7	0,017	7	8	7
ПОДГ РЕС	0,098	5	0,049	5	15	5
ОБЕСП ПРО	0,17	2	0,24	2	25	2
ОПЕР УПР	0,054	8	0,014	8	7	8
СОСТ РЕС	0,276	1	0,735	1	33	1
ПОСАД	0,073	6	0,023	6	10	6
ПЕРЕВ	0,165	3	0,164	3	24	3

Для решения многокритериальных задач существует широко используемый на практике подход, когда исходные критерии «сворачиваются» в один обобщенный критерий. При этом относительная важность критериев учитывается постоянными множителями, называемые «весом» критериев. Чем больше значение данного критерия, тем лучше. Оптимальным считается вариант, имеющий максимальное значение данного критерия.

Данный подход подвергается справедливой критике в работах В.В. Подиновского [3], А.И. Орлова [4], В.Д. Ногина [10] и многих других. Однако постоянно появляются работы, использующие данный подход для решения практических задач.

Полученную информацию о важности критериев можно использовать для сужения множества V_0 . Каждое сообщение $i \succ j$ и $i \approx j$ задает на множестве векторных оценок отношение предпочтения $P_{i>j}$ или безразличия $I_{i=j}$. Используя полученные соотношения и отношение доминирования по Эджворту-Парето P_0 , можно выбрать недоминируемые наборы векторных оценок, используя всю информацию Ω . Отношения P^Ω и I^Ω порождают на множестве вари-

антов V аналогичные по смыслу отношения P_Ω и I_Ω , при помощи которых можно сравнивать по предпочтению варианты. Только недоминируемые варианты могут претендовать на роль оптимальных [3].

Так, например, если перевозчик v^5 имеет векторную оценку (3, 5, 3, 3, 5, 4, 4, 5), а перевозчик v^6 векторную оценку (3, 5, 3, 4, 5, 3, 4, 5), то утверждать, что верно $v^5 P_0 v^6$ или $v^6 P_0 v^5$ на основе информации P_0 нельзя. Можно говорить о безразличии этих вариантов $v^5 I_0 v^6$. Однако, если привлечь дополнительную информацию Ω , содержащую отношение «СОСТ РЕС» \succ «ОБЕСП ПРО», то есть шестой критерий важнее четвертого, можно утверждать, что $v^5 P_\Omega v^6$.

Предложенная методика выбора исполнителя основана на многокритериальном подходе. Использование векторных оценок для выбора исполнителя возможно при наличии информации об относительной важности критериев. В данном исследовании различные методы определения относительной важности критериев привели к одинаковой ранжировке, что свидетельствует о строгой линейной упорядоченности критериев при выборе перевозчика пассажиров по заказам.

4.03.2015

Список литературы:

1. Транспортная логистика / под ред. Л. Б. Миротина. – М.: Экзамен, 2003. – 512 с.
2. Сумец, Р.А. Правильный выбор перевозчика – одна из главных задач стратегии логистического аутсорсинга современных компаний / Р.А. Сумец // Логистика: проблемы и решения. – 2006. – №1. – С. 62-68.
3. Подиновский В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений / В.В. Подиновский. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 64 с.
4. Саати, Т. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ. / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
5. Давнис, В.В. Прогнозные модели экспертных предпочтений: монография / В.В. Давнис, В.И. Тинякова. – Воронеж: Изд-во ВорГУ, 2005. – 248 с.
6. Дэвид, Г. Метод парных сравнений. Пер. с англ. Н. Космарской и Д. Шмерлинга. Под ред. Ю. Адлера / Г. Дэвид. – М. – «Статистика», 1978. 144 с.
7. Архирейский, А.А. Получение информации о важности критериев при решении задачи выбора перевозчика / А.А. Архирейский // Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XI международной научно-практической конференции. – Оренбург: ГУП РБ «Кумертауская городская типография», 2013. – С. 43-49.

8. Архирейский, А.А., Решение многокритериальной задачи выбора перевозчика / А.А. Архирейский, С.В. Баловнев /Проектирование и управление автомобильными дорогами: Реформирование учебных программ в Российской Федерации. Разработка и внедрение магистерских программ в России / материалы международной научно-практической конференции. – Оренбург: ООО «ИПК Университет», 2014. – С. 30-32.
9. Орлов, А. И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений / А. И. Орлов. – М.; Ростов-на-Дону: МарТ, 2005. – 496 с.
10. Ногин, В.Д. Принятие решение в многокритериальной среде: количественный подход / В.Д. Ногин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 176 с.

Сведения об авторах:

Архирейский Андрей Анатольевич, старший преподаватель кафедры автомобильного транспорта
транспортного факультета Оренбургского государственного университета

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. (3532) 912225, e-mail: oren.aaa@gmail.com