

МАШИНОСТРОЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

УДК 658.7:656

М.М. Агапов¹, А.Ю. Панов²

ПРИМЕНЕНИЕ МНОЖЕСТВЕННЫХ КРИТЕРИЕВ ПРИ РЕШЕНИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Государственное казённое учреждение Нижегородской области
«Главное управление автомобильных дорог»¹,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева²

Показано влияние вида и количества критериев на правильность принятия стратегических решений. Исследована возможность минимизации ошибок при решении логистических задач типа Make or Buy.

Ключевые слова: логистика, аутсорсинг, критерий, ошибка принятия решения, удельные затраты.

Решение любой логистической задачи связано с проблемой выбора того или иного варианта действий. Выбор вариантов и определение оптимального относятся к задачам оптимизации, и в этом логистические и оптимизационные задачи близки по своему смыслу. Выбор вариантов (развития событий), как правило, основывается на критериальном подходе, когда выбранный критерий представляет собой некое граничное условие, на основании которого принимается тот или иной вариант. К задачам такого вида относится, например, использование при перевозках собственного транспорта или наемного (задача аутсорсинга), который в последнее время все более востребован при организации перевозок в РФ. Итогом будет принятие соответствующего стратегического решения. Но как не ошибиться, выиграть время и минимизировать риски от принятия таких решений?

Выбор критерия для решения логистических задач осуществляется исходя из его валидности (значимости) для исследуемой задачи и возможности его определения (расчета). В первом случае правильность выбора вида критерия будет характеризоваться его значимостью – способностью максимально характеризовать как сам процесс, так и его последствия. Выбор вида критерия осуществляется, как правило, методом экспертных оценок на основе существующих технических, экономических, финансовых и других показателей, широко известных практикам. Безусловно, при выборе как вида, так и величины критерия можно использовать и авторитарный подход, не подкрепленный какими-либо расчетами или исследованиями, но такой способ решения логистической задачи в данной статье не рассматривается.

В отношении определения величины (параметра) критерия дело обстоит значительно сложнее, так как именно от его значения будет зависеть способ решения логистической задачи и правильность принятия управленческого решения. Определение параметра критерия можно осуществить:

- численными методами на основе моделирования;
- на основе статистической информации;
- экспериментально в ходе реального процесса;
- методом экспертных оценок.

В первых трех случаях, величина критерия будет зависеть от правильности примене-

ния метода расчета и достоверности выборки, в последнем - от профессионализма и количества экспертов.

Предлагаемый в работе способ определения параметров критериев при решении задачи аутсорсинга представляет собой решение оптимизационной задачи, где оптимальная величина критерия является минимумом целевой функцией суммарных удельных затрат при выполнении услуг по перевозке грузов. Безусловным фактом признаем то, что при переходе на аутсорсинг предприятие должно иметь положительную рентабельность, отличную от 0.

Как правило, при решении оптимизационной задачи ограничиваются одним критерием, значение которого равно точке неопределенности (рис. 1). Чаще всего такой подход обусловлен простотой принятия решения и сложностью в определении большего количества критериев.



Рис. 1. Модель принятия решения при наличии точечного критерия

С другой стороны, упрощение приводит к снижению точности, особенно в тех случаях, когда имеющаяся точка неопределенности представляет собой не точку, а критерии из двух точек, формирующих область неопределенности (рис. 2). Наличие области неопределенности предполагает, что область принятия решений А или Б, точнее ее граничные значения, могут иметь вид некоторого теоретического распределения, то есть носят вероятностный характер.

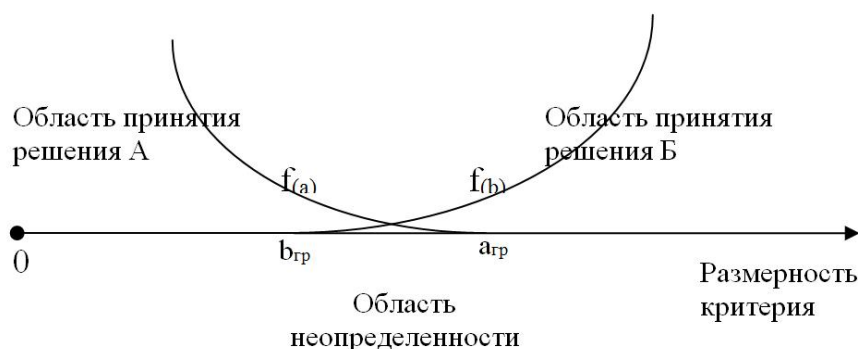


Рис. 2. Модель принятия решения при критериях с областью неопределенности

Наиболее сложным вариантом принятия решения будет случай, когда граничные условия критерия $a_{зп}$ и $b_{зп}$ зеркальны, то есть когда в зоне неопределенности можно принять как решение А, так и Б. Таким образом, находясь в зоне неопределенности, при принятии решения возникает вероятность сделать ошибку. Причем ошибки могут быть две: первая, когда мы принимаем решение А, а на самом деле правильное решение Б, и вторая, когда принимаем решение Б, когда правильным решением является А. На практике это называют ошибкой первого рода «пропуск дефекта» (в нашем случае дополнительные потери) и второго рода «ложная тревога» - недополученная прибыль.

Следовательно, требуется определить такое значение критерия $k_{зп}$, лежащее в области зоны неопределенности $[b_{зп}, a_{зп}]$, при котором риск от ошибок первого и второго

рода был бы минимален. Условие минимума функции риска от ошибок первого и второго рода, согласно [1]

$$\frac{f(k_{zp} / a)}{f(k_{zp} / b)} = \frac{C_1 P(b)}{C_2 P(a)}, \tag{1}$$

где $f(k_{zp} / a)$ - плотность распределения вероятности принятия решения А;
 $f(k_{zp} / b)$ - плотность распределения вероятности принятия решения Б;
 C_1 - недополученная прибыль (ошибка второго рода);
 C_2 - дополнительные потери от неправильного решения (ошибка первого рода);
 $P(a)$ - вероятность принятия решения А;
 $P(b)$ - вероятность принятия решения Б.

Учитывая, что при принятии решения по определению $k_{\bar{a}\bar{b}}$ основой является величины затрат C_1 и C_2 , и сделав ряд допущений, что вероятности ошибок первого и второго рода в зоне неопределенности одинаковы, соотношение (1) может иметь вид

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{C_2}{C_1}. \tag{2}$$

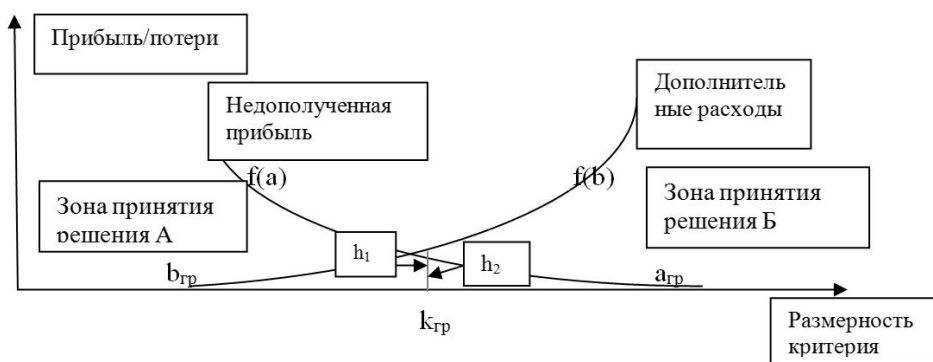


Рис. 3. Модель принятия решения для критерия с минимальным риском

Анализируемая область (рис. 3) представляет собой прямоугольные треугольники с площадями S_1 и S_2 , и катетами $[k_{zp}, a]$, $[b, k_{zp}]$, h_1 и h_2 . При этом граничное значение $k_{\bar{a}\bar{b}}$ можно определить из следующего выражения:

$$S_1 = \frac{1}{2}(a_{zp} - k_{zp})h_1; S_2 = \frac{1}{2}(k_{zp} - b_{zp})h_2; \tag{3}$$

после сокращений и, подставив $h_1 = h_2 \frac{C_2}{C_1}$, имеем

$$(a_{zp} - k_{zp}) \frac{C_1}{C_2} = k_{zp} - b_{zp}, \tag{4}$$

откуда

$$k_{zp} = \frac{(a_{zp} + b_{zp} \frac{C_2}{C_1})}{(1 + \frac{C_2}{C_1})}. \tag{5}$$

На практике довольно проблематично определить истинные значения C_1 и C_2 , по-

этому удобно воспользоваться безразмерной величиной $r = \frac{C_2}{C_1}$, измеряемой любым ненулевым и неотрицательным значением. Например, при $r = 1$, когда потери от ошибок первого и второго рода равны, то величина $k_{зр}$ будет соответствовать середине зоны неопределенности, а при $r = 2$ и более, когда затраты от ошибки, связанной с принятием неправильного решения (например, использование собственного транспорта, когда выгоднее использовать наемный) в два и более раз превышают недополученную прибыль, $k_{зр}$ будет смещаться вправо. Интерпретировать выражение (5) можно следующим образом: при равных вероятностях ошибки первого и второго рода оптимальные значения критерия $k_{зр}$ будут смещаться к границам зоны неопределенности обратно пропорционально соотношению затрат.

Сократить вероятность ошибки от принятия неправильных решений можно за счет использования *двух критериев* при выборе вариантов. В качестве примера [2] рассмотрим критерии, основанные на удельных минимальных затратах и пробеге. Известно, что полные затраты $Z_{пол}$ на организацию перевозки грузов за определенный период складываются из постоянных затрат $Z_{пост}$, не зависящих от объема перевозки и километража и переменных затрат $Z_{пер}$, имеющих тенденцию к росту при увеличении выполняемой работы:

$$Z_{пол} = Z_{пост} + Z_{пер}. \quad (6)$$

Если от фактических величин перейти к их удельным значениям (относительно км пробега или тонно-километровой работы), имеем

$$\frac{Z_{пол}}{l} = \frac{Z_{пост}}{l} + \frac{Z_{пер}}{l}. \quad (7)$$

Обозначив $q(l) = \frac{Z_{пол}}{l}$, $q_{пост} = \frac{Z_{пост}}{l}$, $q_{пер} = \frac{Z_{пер}}{l}$, получим

$$q(l) = q_{пост}(l) + q_{пер}(l). \quad (8)$$

Выражение (6) для наглядности целесообразно представить в виде графика (рис. 4), где кривая $q_{пост}(l)$ имеет тенденцию к снижению по мере увеличения наработки, а $q_{пер}(l)$ будет возрастать. Очевидно, что функция $q(l)$ будет иметь точку минимума q_{min} , которая соответствует минимальному значению целевой функции суммарных удельных затрат и оптимальной величине наработки $l_{опт}$ (выполняемой работы). Полученные в результате расчета величины (минимальные удельные затраты и величина наработки) могут быть критериями при решении задачи выбора логистического партнера или самостоятельной работы. Следует отметить, что величины q_{min} и $l_{опт}$ зависят от конкретных условий транспортной работы и нуждаются в постоянной корректировке. Использование значений критериев для других условий эксплуатации (другие транспортные средства, другие маршруты и т. д.) без проведения аналогичных расчетов некорректно и может стать причиной ошибок.

Если на рис. 4 наложить удельные затраты $a_i(l)$ организации при использовании наемных транспортных компаний (аутсорсинга), то график будет иметь вид (рис. 5), где представлены три возможных варианта соотношения удельных затрат при выполнении транспортной работы своими силами и за счет найма.

Первый и второй варианты описывают ситуацию, когда удельные затраты компании на содержание собственного автопарка и удельные затраты от приобретения услуг на стороне пересекаются: в случае пересечения $q(l)$ и прямой $a_1(l)$ до точки оптимума, а в случае прямой $a_2(l)$ после точки оптимума. При этом аутсорсинг будет выгоднее в случаях, когда

ординаты $a_1(l)$ и $a_2(l)$ меньше чем $q(l)$, а точки неопределенности – места пересечений $a_1(l)$ и $a_2(l)$ с $q(l)$.

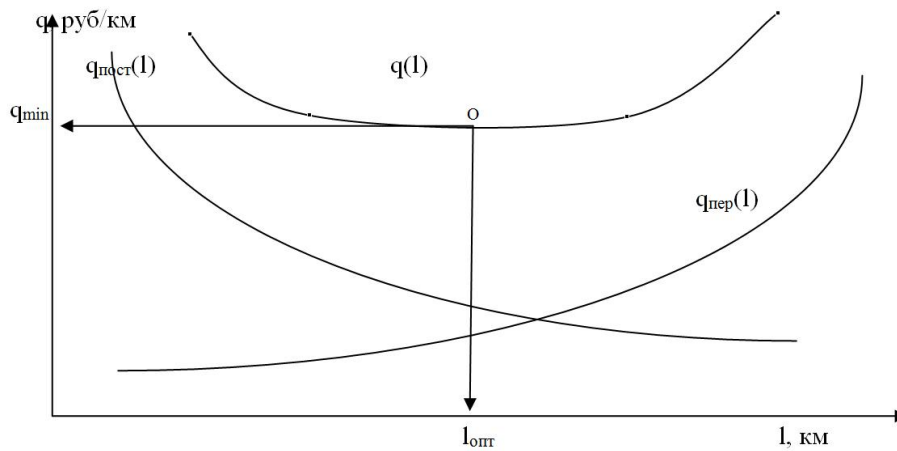


Рис. 4. Вид функции суммарных удельных затрат

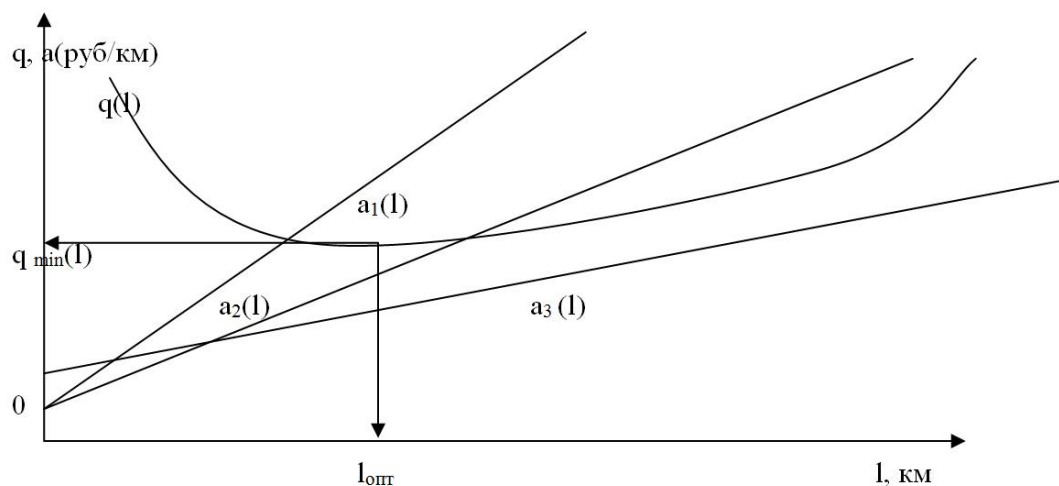


Рис. 5. Модель принятия решения при сопоставлении вариантов на основании двух критериев

Третий вариант (рис. 5) характеризует ситуацию, когда удельные затраты компании на содержание собственного автопарка $q(l)$ могут оказаться настолько высоки, что ожидать пересечения с прямой $a_3(l)$, характеризующей удельные затраты от приобретения услуг на стороне, придется очень долго. Это означает, что собственные расходы компании на транспортировку существенно выше среднерыночных и в этом случае аутсорсинг, безусловно, выгоднее. Следует отметить, что зависимости $a_1(l)–a_3(l)$ могут быть и нелинейными, особенно в случаях, когда компания несет убытки из-за некачественного предоставления услуг сторонними транспортными предприятиями.

Более точной, но и более сложной для анализа является трехмерная, или пространственная, модель принятия решения, в которой решения принимается на основе *трех выбранных критериев*. Для такой модели выбраны следующие критерии, оказывающие значительное влияние на принятие решения: транспортные тарифы, расходы на содержание транспортных средств (далее ТС), а также величина порожнего пробега. Для приближения к действительности рассмотрим случаи, когда у каждого выбранного критерия имеется своя зона неопределенности.



Рис. 6. Модель оси ординат пространственной модели критериев

На рис. 6 приведена модель принятия решения при критерии «расходы на содержание транспортного средства». Очевидно, что чем больше расходы, тем целесообразней использовать наемный транспорт. Аналогично на рис. 7 приведена модель принятия решения при оценке критерия «порожний пробег». В идеале порожний пробег должен стремиться к 0, но в реальных условиях это не так. Поэтому должны быть определены две величины порожнего пробега (без груза), одно из которых l_{\min} допускает использовать собственный транспорт. Другое значение критерия l_{\max} приводит к росту невосполняемых расходов, поэтому целесообразно использовать наемный транспорт.

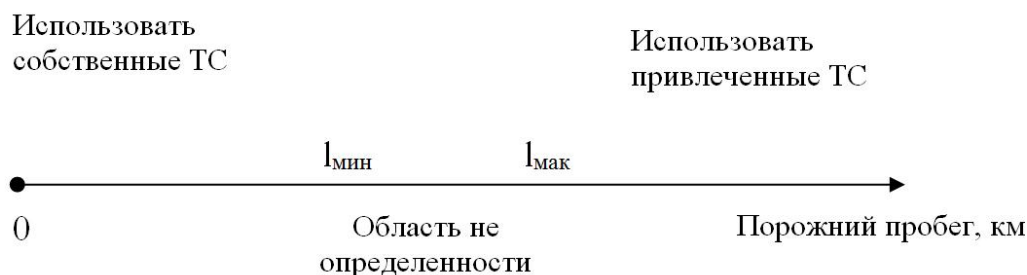


Рис. 7. Модель оси абсцисс пространственной модели критериев

При определении транспортного тарифа каждая компания опирается в основном на рыночную стоимость данного вида услуги. Конкуренция в данной области довольно сильна, и если собственный тариф окажется выше, чем у других, к вам просто перестанут обращаться клиенты. С другой стороны, высокий тариф – большая прибыль. Поэтому так же, как и для перечисленных критериев (порожнего пробега и затрат на содержание ТС), транспортный тариф можно разделить на три области, как показано на рис. 8.

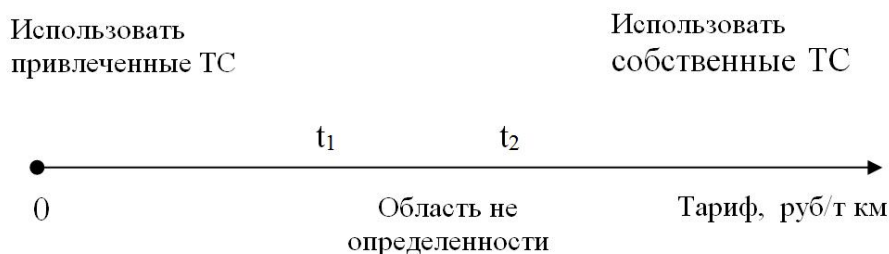


Рис. 8. Модель оси аппликат пространственной модели критериев

Задав систему координат $OXYZ$ и перенеся рассмотренные критерии с рис. 6 – рис. 8 на трехмерную систему координат, получим пространственную модель принятия решения, изображенную на рис. 9.

На рис. 9 четко прослеживаются три области (снизу вверх). Нижняя - область принятия решения об использовании привлеченного транспорта (аутсорсинг) – имеет максималь-

ный объем. Следующее пространство относится к зоне неопределенности. Ее объем зависит от величин области неопределенности по каждому критерию. Если решение принимается на основании расчета $k_{cp}(xyz)$ для областей неопределенности по каждой оси, то данная область минимизируется и превращается в плоскость. При этом условие соотношения $r = \frac{C_2}{C_1}$ для всех трех k_{cp} должно быть одинаково. И, наконец, вверху выделена область выбора в пользу использования собственного транспорта, которая в силу ряда ограничений минимальна по объему.

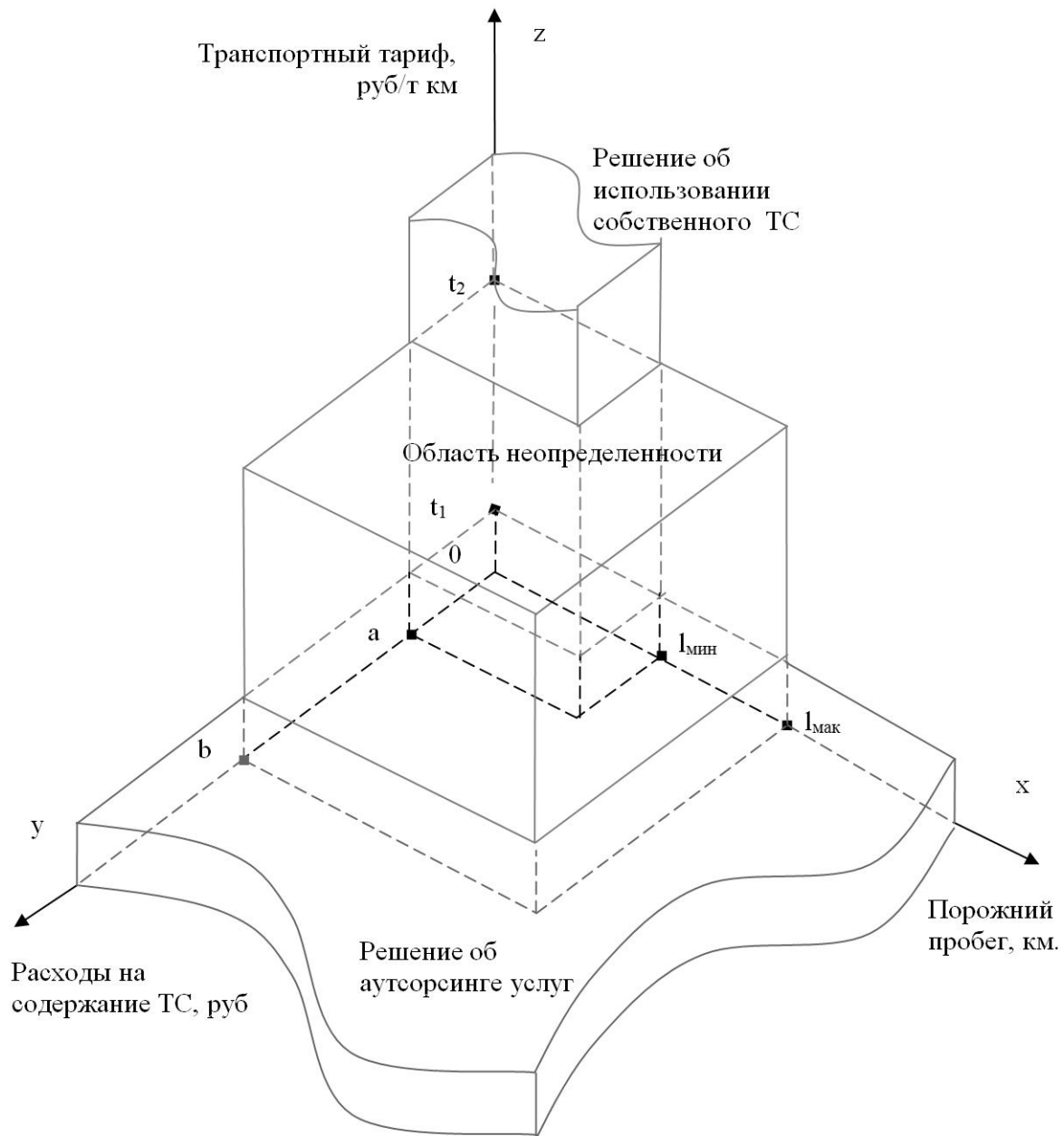


Рис. 9. Пространственная модель принятия решения

Со временем величины показателей и, соответственно, параметры областей в пространственной модели будут меняться по мере получения дополнительных результатов расчета. В целом, для поддержания актуальности корректировку модели следует осуществлять не реже одного раза в полгода.

Выводы

Показано влияние вида и количества критериев на правильность принятия стратегических решений. Исследована возможность и приведены примеры минимизации ошибок при решении логистических задач типа Make or Buy. Показаны методы решения задач аутсорсинга при попадании критерия принятия решения в область неопределенности при выборе одно-, двух- и трехмерных критериев. Рассмотрены основные принципы использования и виды многомерных критериев при принятии стратегических решений.

Библиографический список

1. **Биргер, И.Н.** Техническая диагностика / И.Н. Биргер. – М.: Машиностроение, 1978. – 238 с.
2. **Агапов, М.М.** Совершенствование системы ремонта и повышения работоспособности подвижного состава метрополитена: дисс. канд. техн. наук: 05.22.07: защищена 1993 / Агапов Михаил Михайлович. - Москва, 1993. – 186 с.

*Дата поступления
в редакцию 19.04.2013*

М.М. Agapov¹, Alexey Y. Panov²

THE APPLICATION OF MULTIDIMENSIONAL CRITERIA IN SOLVING LOGISTICS TASKS

State governmental agency of the Nizhny Novgorod region
«General Directorate of Highways»¹,
Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.Y. Alexeev²

Purpose: The solution of logistics tasks such as Make-or-Buy at the organization of road freight transport is based on the criteria of relevance and accuracy of which affect the correctness of the strategic decision-making. The aim of the work is the assessment of the possibility of applying multiple criteria with the «uncertainty zone» for solutions of logistic tasks.

Methodology: The choice of criterion for the solution of logistics tasks carried out on the basis of its validity (importance) for the tasks and possibilities of its determination (calculation). In the first case, the correct choice of the type of criterion will be characterized by its meaning, the ability to maximally characterize the process itself and its consequences. To minimize the errors of decision-making, especially in case of ingestion of criteria in the «zone of uncertainty», in the work of the used method for function minimization of the risk of errors 1 and type 2 as a method for determining the criteria for the demonstration of the use of the target function of the total of the cost of transportation.

Findings: The study shows that under the assumption of equality of the probabilities of errors of the first and second kind, the optimal value of the criterion will move to the borders of the zone of uncertainty. In order to improve the accuracy of decision-making in the work of the variants of the decision of a task of Make-or-Buy planar and spatial models of the criteria are used.

Value: Work can be used for the solution of practical problems of choosing between their own and hired transport in organization of transportation on the basis of multiple criteria.

Key words: Logistics, outsourcing, criterion, the error of decision-making, unit costs.