

---



## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ



---

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6758062>

УДК 656:519.852

**Волкова М.В., Флигиль М.М.**

*Волкова Мария Валентиновна*, кандидат экономических наук, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д.5 с.1. E-mail: mvvvolkova@bmstu.ru.

*Флигиль Мария Михайловна*, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д.5 с.1. E-mail: masha.fligil@gmail.com.

### **Принятие решения о выборе маршрута перевозки в условиях неопределенности**

**Аннотация.** В статье рассматривается одна из наиболее важных проблем в сфере транспортной логистики – принятие решения о выборе маршрута перевозки в условиях неопределенности. В связи с возрастающим множеством факторов, влияющих на решение, лицу, принимающему решение, предлагается использовать методы исследования операций с применением определенных критериев: критерия Лапласа, критерия Вальда, критерия Сэвиджа и критерия Гурвица. Приведены особенности их расчета. Кроме того, принятие решения о выборе маршрута является сложным и многоэтапным процессом, поэтому выбор оптимального маршрута перевозки предлагается осуществить с помощью метода «дерево решений». Представлены основные этапы построения дерева решений, схема которого представлена в статье. Выявлена важная проблема, которая влияет на принятие решения о выборе конкретного маршрута перевозки.

**Ключевые слова:** перевозка, выбор маршрута, неопределенность, оптимизация, многокритериальный выбор, критерии принятия решения, дерево решений.

**Volkova M.V., Fligil M.M.**

*Volkova Maria Valentinovna*, candidate of economic Sciences, Bauman Moscow State Technical University, Russia, 105005, Moscow, st. 2nd Baumanskaya, 5 p.1. E-mail: mvvvolkova@bmstu.ru.

*Fligil Maria Mikhailovna*, Bauman Moscow State Technical University, Russia, 105005, Moscow, st. 2<sup>nd</sup> Baumanskaya, 5 p.1. E-mail: masha.fligil@gmail.com.

### **The route choice decision-making under conditions of uncertainty**

**Abstract.** The article deals with one of the most important problems in the field of transport logistics – making a decision on the choice of transportation route under conditions of uncertainty. Due to the increasing number of factors influencing the decision, the decision maker is encouraged to use the methods of operations research using certain criteria: the Laplace criterion, the Wald criterion, the Savage criterion and the

Hurwitz criterion. The features of their calculation are given. In addition, the route choice decision-making is a complex and multi-stage process, so the choice of the optimal transportation route is proposed to be carried out using the “decision tree” method. The main stages of constructing a decision tree, the scheme of which is shown in the article, are presented. An important problem that affects the decision to choose a specific transportation route has been identified.

**Key words:** transportation, route selection, uncertainty, optimization, multi-criteria choice, decision criteria, decision tree.

**В**озрастающая сложность экономических и социальных систем приводит к увеличению сложности связанных с ними проблем принятия решений. Многие проблемы характеризуются большой размерностью, наличием источников неопределенности и факторов риска. Важно согласовывать противоречивые цели, принимать решения, учитывая множество критериев, и стремиться к компромиссным решениям. Управленцы сталкиваются со сложностью ситуаций принятия решений, и им требуются методы, которые поддерживают процесс принятия решений. В ответ на эти потребности было разработано множество решений, предназначенных для отдельных областей.

Международные грузовые перевозки превратились в самостоятельный важный сектор транспортной отрасли. За этим развитием последовало увеличение исследований в области грузовых перевозок. С 1990 года появилось значительное количество аналитических публикаций, специально посвященных вопросам маршрутизации перевозок. Различные проблемы принятия решений в данной области требуют моделей, помогающих в применении методов исследования операций [2, с. 401].

При принятии решения об оптимальной схеме перевозки, лица, принимающие

решения, зачастую опираются на наиболее значимый критерий эффективности маршрута грузовой перевозки. Таким критерием может выступать: время доставки, надежность перевозки, качество перевозки, стоимость и т. д.

Однако в реальной жизни решения принимаются в условиях неопределенности, когда важность показателей не всегда можно приоритизировать. В этом контексте широко используются методы многокритериального анализа решений. Эти методы характеризуются возможностями обработки множества конфликтующих целей, а также различных заинтересованных сторон в процессе принятия решений.

Принятие решений в таком случае осуществляется, как правило, с использованием следующих критериев: критерий Лапласа, критерий Вальда, критерий Сэвиджа и критерий Гурвица. Они позволяют принять решение на основе анализа матрицы возможных результатов: строки соответствуют возможным вариантам маршрутов доставки ( $R_j$ ), столбцы – критериям перевозки ( $S_i$ ), элементы матрицы – результат ( $V_{ji}$ ) при выборе одного из вариантов доставки по какому-либо параметру (рис. 1).

Критерии перевозки Номер маршрута	$S_1$	$S_2$	...	$S_i$
$R_1$	$V_{11}$	$V_{12}$		$V_{1i}$
$R_2$	$V_{21}$	$V_{22}$		$V_{2i}$
...				
$R_j$	$V_{j1}$	$V_{j2}$		$V_{ji}$

Рис. 1. Матрица возможных результатов.

Принцип недостаточного обоснования Лапласа используется в случае, когда все критерии перевозки полагаются равновероятностными. Для принятия решения для каждого варианта маршрута вычисляется среднее арифметическое значение потерь. Предпочтение следует отдать варианту, который обеспечивает минимум потерь.

$$W = \min \{M_j(R)\}, M_j(R) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ji},$$

где  $j$  – номер строки;  $i$  – номер столбца;  $n$  – количество критериев перевозки;  $V_{ji}$  – элементы матрицы.

Минимаксный критерий Вальда используется в случаях, когда требуется обеспечить минимальные потери в любых условиях, даже в самом неблагоприятном случае. Наилучшим решением будет то, для которого потери окажутся минимальными из всех максимальных при различных вариантах условий:

$$W = \min_j \max_i \{V_{ji}\},$$

где  $j$  – номер строки;  $i$  – номер столбца;  $V_{ji}$  – элементы матрицы.

Критерий Сэвиджа базируется на матрице рисков, где элементы определяются по формуле:

$$r_{ji} = V_{ji} - \min_j \{V_{ji}\},$$

где  $j$  – номер строки;  $i$  – номер столбца;  $V_{ji}$  – элементы матрицы.

Это означает, что значение риска равно разнице между наилучшим значением в столбце  $i$  и значениями  $V_{ji}$  при том же  $i$ . Таким образом, определяют величину потерь. Следовательно, стоит выбрать тот вариант маршрута, при котором величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации.

$$W = \min_j \max_i \{r_{ji}\},$$

где  $j$  – номер строки;  $i$  – номер столбца;  $r_{ji}$  – элементы матрицы

Критерий Гурвица охватывает ряд различных подходов к принятию решения: от наиболее оптимистичного до наиболее пессимистичного. При использовании этого критерия предполагается, что внешняя

среда может находиться либо в самом выгодном состоянии с вероятностью  $\alpha$ , либо в наихудшем с вероятностью  $(1 - \alpha)$ , где  $\alpha$  – коэффициент доверия. В этом случае предпочтение отдается варианту, для которого окажется минимальным значение  $W$ , определяемое из выражения:

$$W = \min_j [\alpha \min_i V_{ji} + (1 - \alpha) \max_i V_{ji}],$$

где  $j$  – номер строки;  $\alpha$  – коэффициент доверия;  $i$  – номер столбца;  $V_{ji}$  – элементы матрицы.

Значения  $\alpha$  от 0 до 1 может определять в зависимости от склонности лица, принимающего решение, к пессимизму или к оптимизму.

Применение критериев принятия решения требует однородности данных, образующих матрицу. Поэтому необходимо перейти от абсолютных значений параметров перевозки к относительным, приравняв минимальное (максимальное) значение каждого из критериев к единице, а остальные, выразив в долях от единицы.

Стоит также отметить, что в задачах выбора маршрута перевозки, решения принимаются постепенно. Рассмотрим вопрос оптимизации многоэтапных решений. Многоэтапность приводит к тому, что схема принятия решения может быть представлена в виде дерева, в каждой вершине которого осуществляется либо:

1) Сознательный выбор между двумя и более альтернативными вариантами

2) Случайный переход от одной ветви к другой под воздействием внешних факторов

"Дерево решений" – это графическое изображение последовательности решений и состояний окружающей среды с указанием соответствующих вероятностей и выигрышей для любых комбинаций альтернатив и состояний сред (рис. 2).

$E$  – узел решения, т.е. узел, характеризующий момент принятия решения;  $e$  – линия, представляющая альтернативу решения;  $Z$  – узел события, т.е. узел, обозначающий случайное событие;  $z$  – линия, описываю-

щая состояние окружающей среды, явившейся следствием наступления случайного события; R – узел результата, т.е. узел, обозначающий результаты, связанные с определенными альтернативными решени-

ями и состояниями окружающей среды; R/E – узел, обозначающий наличие определенного результата и необходимость принятия решений [1, с. 168].

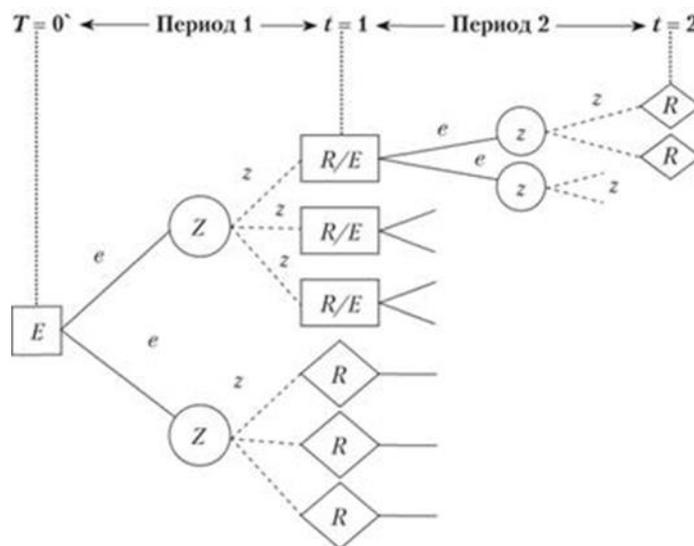


Рис. 2. Пример дерева решений.

Можно предложить следующую последовательность сбора данных для построения "дерева решений":

- определение состава и продолжительности этапов маршрута перевозки;
- определение ключевых событий, которые могут повлиять на дальнейшую перевозку;
- определение времени наступления ключевых операций;
- формулировка всех возможных решений, которые могут быть приняты в результате наступления каждого ключевого события;
- определение вероятности принятия каждого решения;

- определение стоимости работ между ключевыми событиями.

Стоит отметить, что лицо, принимающее решение, может принимать разные решения даже при применении одинаковых весов критериев и критериальных оценок вариантов.

Важной проблемой является невозможность получения подробного описания ситуации принятия решения. Лицо, принимающее решение, сталкивается с дилеммой: либо принять решение на основе неполной информации, либо не принять его вовремя. Как следствие, становится необходимым использовать формальные критерии для выбора конкретного маршрута перевозки и принятия определенного решения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лемешко Д. С. Кризисные трансформации рынка недвижимости: принятие решений в условиях неопределенности и оценка волатильности поправки на риск // Экономика образования. 2011. №1. С. 162-171.

- 
2. Macharis C., Bontekoning Y.M. Opportunities for OR in intermodal freight transport research : A review / C. Macharis, Y.M. Bontekoning // European Journal of Operational Research – Volume 153, 2004, Pages 400-416.

## REFERENCES (TRANSLITERATED)

1. Lemeshko D. S. Krizisnye transformacii rynka nedvizhimosti: prinjatие reshenij v uslovijah neopredelennosti i ocenka volatil'nosti popravki na risk // Jekonomika obrazovanija. 2011. №1. S. 162-171.
2. Macharis C., Bontekoning Y.M. Opportunities for OR in intermodal freight transport research : A review / C. Macharis, Y.M. Bontekoning // European Journal of Operational Research – Volume 153, 2004, Pages 400-416.

Поступила в редакцию 26.06.2022.

Принята к публикации 27.06.2022.

---

*Для цитирования:*

Волкова М.В., Флигиль М.М. Принятие решения о выборе маршрута перевозки в условиях неопределенности // Гуманитарный научный вестник. 2022. №6. С. 185-189. URL: <http://naukavestnik.ru/doc/2022/06/Volkova.pdf>