

УДК 658.012

**В.Н. КРАСНИКОВ, Н.А. ЛУКЬЯНЕНКО***Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского “ХАИ”, Украина*

## УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМИ РИСКАМИ НА ОСНОВЕ ЭНТРОПИЙНОГО ПОДХОДА

*В статье на основе использования идентификатора алгебраической энтропии предлагается метод априорной оценки неопределенности, вызванной транспортными рисками. Решается задача количественной оценки неопределенности при помощи энтропийного подхода в области транспортной логистики, а именно, успешного выполнения проекта перевозки грузов. Для оценки логистических рисков анализируется дендрограмма возможных негативных событий, рассматривается энтропия этих событий и приводятся расчетные данные, относительно различных вариантов осуществления проектов перевозок.*

**Ключевые слова:** *транспортировка, риск, энтропия, неопределенность, вероятность, количественная оценка.*

### Введение

Логистика позволяет минимизировать товарные запасы (или вовсе отказаться от их использования), существенно сократить время доставки товаров, ускоряет процесс получения информации и многое другое. Она включает управление транспортом, складским хозяйством, запасами, кадрами, организацию информационных систем, комплексную деятельность и др.

В системе снабжения и распределения материальных ресурсов транспорт является важным и неотъемлемым элементом структуры системы, к которой относятся подсистемы снабжения и сбыта, организации оптовой и розничной торговли, соответствующие сегменты рынка, реклама и др. составляющие.

Транспортировка определяется как одна из ключевых логистических функций, которая связана с перемещением грузов определенного качества и количества транспортным средством (или средствами) по освоенной технологии в цепи поставок [3]. Транспортировка состоит из логистических операций и функций, включая экспедирование, грузопереработку, упаковку, передачу прав собственности на груз, страховании рисков, таможенные процедуры и т.п.

Транспортировка может обеспечивать до 50 процентов от общих логистических затрат [5]. Отсюда можно сделать вывод о том, что транспортные затраты являются существенными и требуют решения многих научно-прикладных задач.

Стратегической задачей транспортной логистики является создание таких условий, при которых удовлетворились бы потребности в перевозках

грузов и пассажиров, неизбежно связанных с риском. Рискам транспортировки в настоящее время уделяется достаточно внимания, однако для принятия соответствующих мер по их снижению (устранению) необходимо развитие и широкое внедрение стратегий, моделей и методов их анализа и формализации.

Все транспортные операции, предполагающие осуществление грузоперевозок, сопряжены с возможными материальными потерями, вызванными повреждением, гибелью или утратой груза в результате различных обстоятельств. Поэтому в процессе любой деятельности, связанной с необходимостью транспортировки материальных ценностей, неизбежно возникают риски, которые в конечном итоге могут привести к серьезным финансовым потерям и снижению общей рентабельности деятельности.

В условиях кризисной обстановки в Украине необходимо уделить особое внимание проблеме рисков, поскольку риск связан с выбором действий лицом, принимающим решения (ЛПР).

На уровне логистического менеджмента фирмы управление транспортировкой включает в себя принятие решений по следующим вопросам:

- выбор вида транспорта. Выбирая соответствующий тип транспорта, логистический менеджер учитывает мощность и провозные возможности, технико-эксплуатационные характеристики и пространственную доступность транспорта;
- выбор способа транспортировки: унимодальная, смешанная, комбинированная. Здесь также важен вопрос распределения ответственности за груз на каждом этапе перевозки;
- выбор перевозчика и логистических партнеров по транспортировке. При этом исходят из сис-

темы критериев, в которые входят стоимость услуг транспортных посредников, скорость (время), качество;

- оптимизация параметров транспортного процесса;
- согласование процесса транспортировки с другими логистическими процессами (складирование, упаковка, грузопереработка и др.).

Следует различать риски, вызванные некачественным менеджментом и риски, независимые от руководства, то есть риски, которые возникают в результате влияния факторов внешней среды, повлиять на которые невозможно. В данной работе внимание уделяется транспортным рискам, связанным с влиянием внешней среды.

Примерами транспортных рисков может служить возникновение таких событий, как:

- неисправность транспортного средства в результате каких-либо механических причин;
- неисправность транспортного средства в результате использования некачественного топлива;
- авария в результате столкновения транспортного средства с другим транспортным средством;
- авария из-за некачественного дорожного покрытия;
- авария из-за плохого состояния мостов;
- нападение на транспортное средство, ограбление.

Все эти события приводят к финансовым потерям, так как влекут за собой задержку поставки груза, его порчу или хищение. Если речь идет об использовании при транспортировке грузовиков-рефрижираторов, возникает вероятность того, что при его поломке содержимое придет в негодность из-за несоблюдения температурного режима груза (при остановке двигателя).

Менеджер-логист должен знать, каким образом он может управлять рисками. Он должен решать вопросы необходимости страхования грузов, создания страхового запаса и т.д. Принятие такого рода управленческих решений должно опираться на идентификацию и управление рисками. Целью деятельности по управлению рисками является снижение вероятности наступления нежелательных явлений и их негативного воздействия.

Управление рисками – это процессы, связанные с идентификацией, анализом рисков и принятием решений, которые включают максимизацию положительных и минимизацию отрицательных последствий наступления рискованных событий [4].

Для осуществления этой деятельности менеджеру-логисту всегда необходимо иметь априорную информацию относительно того, каким будет исход принимаемых им действий.

Существенно повысится качество его решений,

если он будет опираться на имеющуюся в его распоряжении схему анализа рисков и управления ими. Для проведения количественной оценки рисков, необходимой для завершения комплекса работ по управлению рисками, необходимо использовать методы теории вероятностей и статистического анализа.

### Решение поставленной задачи

В работах [6, 7] разрабатывается энтропийный подход к проблеме рисков, на основе которого проведем анализ для логистических рисков. Присвоим каждому рисковому событию соответствующее значение вероятности (табл. 1).

Для наглядности на рис. 1 показана дендрограмма последствий в результате произошедшего негативного для ЛПП события А.

Исследуем энтропию дендрограммы рис. 1 с целью оценки неопределенности, порожденной наступлением события А, вызвавшего дерево следствия с указанными вероятностями (см. табл. 1) при условии вероятности возникновения события А:  $P(A) = 0,15$ .

Введем следующую величину  $\xi$  принимающую значения 0,1,...6. Считаем, что при значении  $\xi = 0$  выполнение предприятия (т.е. перевозки) идет согласно намеченному плану. При значениях  $\xi = i, i > 0$  наступает нежелательное событие с вероятностью (используем формулу полной вероятности):

$$P\{\xi = i\} = P\{\xi = i | A\} \cdot P\{A\} + P\{\xi = i | \bar{A}\} \cdot P\{\bar{A}\} = p_i \cdot p + 0 \cdot (1 - p) = p_i \cdot p. \quad (1)$$

Расчетные значения, произведенные по формуле (1) сведены в табл. 2.

Энтропия Н полученного распределения вероятностей равна:

$$H = - \sum_{i=0}^6 P(\xi = i) \cdot \ln P(\xi = i) = -(1-p) \cdot \ln(1-p) - \sum_{i=1}^6 p_i \cdot p \cdot \ln(p_i \cdot p) = -(1-p) \cdot \ln(1-p) - p \cdot \ln p - p \cdot \sum_{i=1}^6 p_i \cdot \ln p_i,$$

где  $-\sum_{i=1}^6 p_i \cdot \ln p_i = H^-$  – энтропия, определяемая про-

изошедшим нежелательным событием А (согласно выводам [7]), а минимальное значение

$$H_{\min} = -(1-p) \cdot \ln(1-p) - p \cdot \ln p.$$

Таблиця 1

Значения вероятностей возникновения рисков событий

|   |       |       |       |       |       |       |                    |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| Рисковое событие<br>$B_i, i = \overline{1,6}$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | $B_6$ | $\sum_{i=1}^n p_i$ |
| Вероятность<br>$p_i, i = \overline{1,6}$      | 0,17  | 0,07  | 0,14  | 0,22  | 0,19  | 0,21  | 1                  |

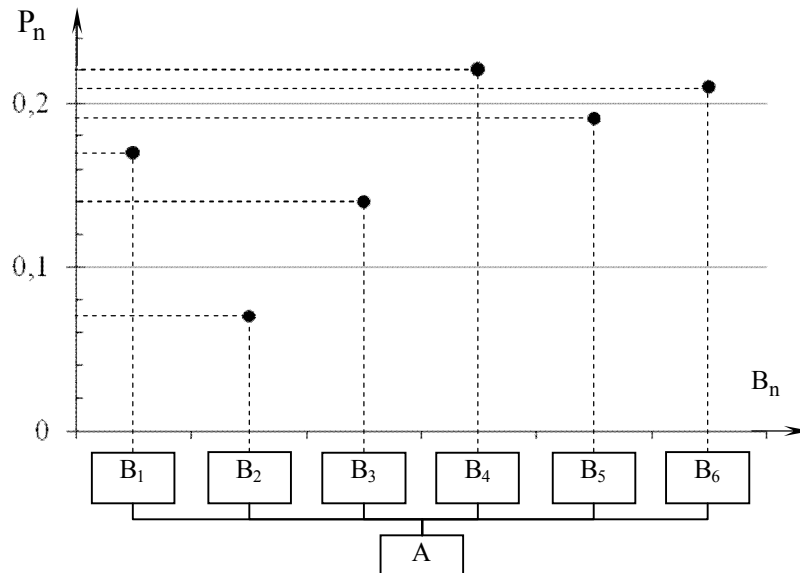


Рис. 1. Дендрограмма последствий негативного события А

Таблиця 2

Расчетные значения вероятности наступления событий  $P\{\xi = i\}$

|                |                |                        |                        |                       |                       |                        |                        |
|----------------|----------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| $\xi$          | 0              | 1                      | 2                      | 3                     | 4                     | 5                      | 6                      |
| $P\{\xi = i\}$ | $(1-p) = 0,85$ | $p_1 \cdot p = 0,0225$ | $p_2 \cdot p = 0,0105$ | $p_3 \cdot p = 0,021$ | $p_4 \cdot p = 0,033$ | $p_5 \cdot p = 0,0258$ | $p_6 \cdot p = 0,0315$ |

Вычисления дают следующие значения:

$$H^- = -\sum_{i=1}^6 p_i \cdot \ln p_i = 11,1329, \quad H_{\min} = 0,423.$$

Исследование энтропии дендрограммы позволило получить метод идентификации развития ситуации, благодаря которому ЛПР имеет априорную информацию до момента отправления груза, когда можно учесть и выявить многие рискованные факторы.

В работе [7] вводится понятие идентификатора развития ситуации  $\rho$ , который принимает значения от -1 до 1, причем:

1) значения -1 и +1 характеризуют минимальную неопределенность при неблагоприятном развитии событий и при благоприятном развитии событий, соответственно;

2) значение 0 характеризует максимальную неопределенность;

3) отрицательные значения характеризуют неблагоприятный ход развития событий, а положительные – наоборот.

Вводим полную группу событий следующего вида:

$$A_i = \{\xi = i - 1\}, \text{ где } i = \overline{1, N}, \quad N = 7.$$

Согласно [7]:

$$\rho = \zeta \left( 1 - \frac{H(A_i)}{\ln N} \right),$$

где 
$$H(A_i) = -\sum_{i=1}^N P(A_i) \ln P(A_i),$$

а величина

$$\zeta = \begin{cases} -1, & \sum_{j \in I_p} P(A_j) < \sum_{j \in I_n} P(A_j); \\ +1, & \sum_{j \in I_p} P(A_j) \geq \sum_{j \in I_n} P(A_j); \end{cases} \quad (2)$$

где  $I_n = \{i: A_i \in \text{множеству негативных исходов}\}$ ,  
 $I_p = \{i: A_i \in \text{множеству позитивных исходов}\}$ .  
 Поскольку мы считаем, что при  $\xi = 0$  имеем  
 позитивное развитие событий, а при  $\xi > 0$  – нега-  
 тивное, то  $I_p = \{1\}, I_n = \{2, 7\}$ .

Тогда

$$H(A_i) = - \sum_{i=1}^7 P(A_i) \cdot \ln P(A_i) = 0,6837.$$

Далее,

$$\sum_{j \in I_p} P(A_j) = P(A_1) = 0,85,$$

$$\sum_{j \in I_n} P(A_j) = P(A_2) + \dots + P(A_7) = 0,15.$$

Следовательно,  $\zeta = 1$ , а  $\rho = 1 - \frac{H(A_i)}{\ln 7} = 0,649$ .

Так как  $\rho > 0$ , то ЛПП принимает решение о  
 благоприятном развитии проекта перевозки на дан-  
 ный момент при заданных значениях вероятностей.

Рассмотрим случай, когда

$$\sum_{j \in I_p} P(A_j) < \sum_{j \in I_n} P(A_j).$$

Присвоим значения исходным величинам,  
 представленным в табл. 3:

Пусть вероятность возникновения события А:  
 $P(A) = 0,51$ . Тогда:

$$H^- = - \sum_{i=1}^{10} p_i \cdot \ln p_i = 30,29, \text{ а}$$

$$H_{\max} = 16,14; H_{\min} = 0,69.$$

Из условия (2) следует, что

$$\sum_{j \in I_p} P(A_j) = 0,49, \text{ а } \sum_{j \in I_n} P(A_j) = 0,51,$$

а значит,  $\zeta = -1$ . Таким образом, получаем

$$\rho = - \left( 1 - \frac{H(A_i)}{\ln 11} \right) = -0,33.$$

Как видим, полученное значение  $\rho$  на шкале  
 идентификатора алгебраической энтропии лежит в  
 области неблагоприятного развития событий, и его  
 значение довольно велико, поэтому в данном случае  
 целесообразно будет принять решение о сборе до-  
 полнительной информации, проведении ряда меро-  
 приятий по управлению рисками, пересмотре вы-  
 бранных параметров транспортировки. Следует от-  
 метить, что идентификатор алгебраической энтро-  
 пии позволяет целостно описать сложившуюся си-  
 туацию с учётом всей имеющейся информации, а не  
 только с точки зрения вероятности того или иного  
 конкретного рисковог о события.

Рассмотрим ещё один пример.

Пусть вероятность возникновения события А:  
 $P(A) = 0,51$ . Значения вероятностей рисковог о со-  
 бытий представлены в табл. 4.

Вычисления дают  $\rho = -0,11037$ .

Сравнивая величины идентификатора алгеб-  
 раической энтропии для данного и предыдущего  
 примеров, можно сделать вывод о том, что послед-  
 няя ситуация является более негативной, поскольку  
 мера неопределённости выше чем в предыдущем  
 случае (величина  $-0,11037$  лежит ближе к нулю, а,  
 значит, ближе к характеристике максимальной не-  
 определённости).

Таким образом, использование идентификатора  
 алгебраической энтропии позволяет проводить  
 сравнение ситуаций с отличающейся структурой  
 рисковог о событий.

Таблица 3

Значения вероятностей возникновения рисковог о событий

|  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |          |                    |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------------------|
| Рисковое событие<br>$B_i, i = \overline{1,10}$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | $B_6$ | $B_7$ | $B_8$ | $B_9$ | $B_{10}$ | $\sum_{i=1}^n p_i$ |
| Вероятность<br>$p_i, i = \overline{1,10}$      | 0,17  | 0,01  | 0,01  | 0,15  | 0,01  | 0,3   | 0,12  | 0,19  | 0,02  | 0,02     | 1                  |

Таблица 4

Значения вероятностей возникновения рисковог о событий

|   |       |       |       |                    |
|---|-------|-------|-------|--------------------|
| Рисковое событие<br>$B_n, n = \overline{1,3}$ | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $\sum_{n=1}^3 p_i$ |
| Вероятность<br>$P_n, n = \overline{1,3}$      | 0,32  | 0,35  | 0,33  | 1                  |

Проведенная оценка энтропии рисков событий показала, что предложенный метод оценки неопределенности работает и может использоваться в практике управления грузоперевозками.

Практическая польза метода состоит в том, что искомая величина  $\rho$  позволяет однозначно с математической точки зрения рассмотреть неопределенность выполнения проекта транспортировки и принять обоснованное решение.

### Выводы

Применение метода алгебраической энтропии в процессе анализа транспортных рисков позволяет менеджеру более качественно управлять рисками и дает метод целостной оценки неопределенности ситуации, в условиях которой выполняется проект.

Этот метод может быть использован также страховыми компаниями.

Полученные в результате анализа окружающей среды данные, а также результаты вероятностной оценки наступления событий с точки зрения алгебраической энтропии позволяет составлять наиболее выгодные условия договоров страхования.

### Литература

1. Ануреев А.Е. *Возможности управления логистическими рисками на основе методов страхования* / А.Е. Ануреев, Г.Л. Бродецкий // *Логистика сегодня*. – 2006. – Вып 4(16). – С. 226-232.
2. Балабанов И.Т. *Риск – менеджмент* / И.Т. Балабанов. – М.: *Финансы и статистика*, 1996. – 188 с.
3. Бауэрсокс Доналд Дж. *Логистика: интегрированная цепь поставок: пер. с англ.* / Доналд Дж. Бауэрсокс, Дэвид Дж. Клосс. – М.: *ЗАО Олимп-Бизнес*, 2005. – 640 с.
4. *Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®): пер с англ.* – М.: *Институт управления проектами*, 2004. – 400 с.
5. Левковень П.Р. *Управление перевозками грузов и логистика* / П.Р. Левковень, Д.Л. Товку. – К.: *НТУ*, 2002. – 145 с.
6. Красников В.Н. *Неопределенность, энтропия и проектные риски* / В.Н. Красников, В.А. Макаричев // *Радиоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2008. – № 4 (31). – С. 87-91.
7. Красников В.Н. *Энтропийный анализ проектных рисков* / В.Н. Красников, В.А. Макаричев // *Радиоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2009. – № 1 (35). – С. 96-100.

Поступила в редакцию 11.09.2009

**Рецензент:** канд. техн. наук, доцент, доцент каф. менеджмента А.И. Лысенко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина, Харьков.

## УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ РИЗИКАМИ НА ОСНОВІ ЕНТРОПІЙНОГО ПІДХОДУ

*В.М. Красніков, Н.А. Лук'яненко*

У статті на базі використання ідентифікатора алгебраїчної ентропії пропонується метод апіорної оцінки невизначеності, що викликана транспортними ризиками. Вирішується задача кількісної оцінки невизначеності за допомогою ентропійного підходу, як міри невизначеності явища, у сфері транспортної логістики, а саме, успішного виконання проекту перевезення вантажів. Для оцінки логістичних ризиків аналізується дендрограма можливих негативних подій, розраховується ентропія цих подій і наводяться розрахункові дані, щодо двох різних варіантів здійснення проектів перевезень.

**Ключові слова:** транспортування, ризик, ентропія, невизначеність, ймовірність, кількісна оцінка.

## ENTROPIC METHOD IN TRANSPORT RISK MANAGEMENT

*V.N. Krasnikov, N.A. Lukianenko*

There is a priory method to assess the uncertainty caused by transport risks suggested in this article. This method is based on using the algebraic entropy identifier. The problem of quantitative assessment was solved with using entropy method of approach which is considered as measure of uncertainty of some phenomenon from the transport logistics sphere, specifically successful hauling project execution. To assess logistic risks there is a dendrogram of possible unfavorable events, figured out the entropy of these events and the design data of two different variants of transport projects was brought.

**Key words:** transportation, risk, entropy, uncertainty, probability, quantitative assessment.

**Красников Владимир Николаевич** – канд. техн. наук, доцент кафедры менеджмента Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

**Лукьяненко Наталия Анатольевна** – магистрант кафедры менеджмента факультета экономики и менеджмента Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.