



Управление транспортными услугами в условиях действия случайных факторов



Александр ЛИСЕНКОВ
Alexander N. LISENKOV

Сергей ЛЁВИН
Sergey B. LIEVIN



Лисенков Александр Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Менеджмент и управление персоналом организации» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия.

Лёвин Сергей Борисович – кандидат технических наук, докторант МИИТ, генеральный директор ЗАО «Русская тройка», Москва, Россия.

Transport Service Management under the Action of Random Factors

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 30)

Демонстрируются возможные подходы к повышению качества управления транспортными услугами с использованием информационных технологий в условиях действия случайных факторов. Особое внимание уделяется дополнительному повышению точности оценки транспортных усилий. Методику, представленную авторами, можно использовать для составления типологии и сравнительного анализа деятельности различных компаний или сравнения различных видов деятельности внутри транспортной компании.

Ключевые слова: управление транспортными услугами, информационные технологии, случайные факторы, оценка транспортных усилий.

В задачах управления транспортными услугами в условиях действия многочисленных случайных факторов возникает потребность в оценке усилий транспортной компании, при этом особую актуальность приобретают методы и средства информационных технологий. Возможности последних позволяют в режиме реального времени оперировать значительными объёмами данных и обеспечить косвенную оценку ненаблюдаемых важных характеристик производственного процесса – указаний, усилий, прикладываемых организацией и ее сотрудниками.

В статье рассмотрены подходы к повышению качества управления транспортными услугами в подобных условиях при наличии случайных факторов.

Для косвенной оценки уровня усилий транспортных компаний e по данным уровня оказанных услуг u предложено использовать информацию о значениях сопутствующих переменных z (например, информацию о доле грузов, задержанных на отдельных участках логистической цепи), доступных измерению и их зависимость от указанных усилий e . Используя метод анализа системы одновременных уравнений со случайными эффектами

$$y = f(e) + \varepsilon', z = \phi(e) + \varepsilon''$$

и линейную регрессию $y = b_0 + bz + \varepsilon$, удастся получить искомую зависимость для определения необходимых усилий e с оценкой ее более точной, чем без учёта сопутствующих переменных. Это

эффект многомерности в математической статистике, позволяющий оценить интересующую составляющую с тем большей точностью, чем большее количество таких сопутствующих составляющих одновременно включено в анализ [1, 2].

Близкий подход с использованием решения одновременных статистических линейных уравнений применяют в эконометрике и других областях, например, в биотехнологии для оценки фундаментальных констант процесса, недоступных прямому измерению [3, 4].

Дополнительное повышение точности оценки транспортных усилий e возможно путем оптимального размещения измерений сопутствующих переменных для наиболее точной оценки коэффициентов линейной регрессии, входящих в полученное выражение e и ее дисперсии. Из теории эксперимента известно, что для наиболее точной оценки коэффициентов линейной регрессии достаточно размещать измерения всего в двух крайних точках на концах наблюдаемого интервала значений z [1, 2]. При этом не только повышается точность оценки усилий e , но также упрощается и удешевляется сама процедура косвенного оценивания. С учётом нескольких сопутствующих переменных, используя современные информационные технологии, точность косвенного оценивания транспортных усилий можно существенно повысить.

Кроме того, при наличии получаемых рассогласованным образом данных о производственной функции транспортной компании $y = \psi(e)$ в виде монотонно возрастающей выпуклостью вверх с насыщением, то есть значений y и e из ее кусочно-линейных аппроксимаций, возможно представление указанной зависимости аналитической моделью

$$y = \frac{\Theta_1 \cdot e}{\Theta_2 + e} + \varepsilon$$

с оценкой ее параметров Θ_1 и Θ_2 . Последние реально использовать для составления типологии и сравнительного анализа деятельности различных компаний по этим параметрам производственной функции или сравнения различных видов деятельности внутри транспортной компании по их интенсивности и результативности. Параметр Θ_2 можно трактовать как показатель интенсивности деятельности транспортной компании, а Θ_1 – как предельно вероятный уровень оказываемых услуг при данном уровне усилий и организации работы компании.

Точные «паспортные» хорошо интерпретируемые оценки параметров целесообразно получить, используя значения усилий всего в двух оптимальных точках:

$$e_1 = \arg \max y \text{ и } e_2 = \frac{e_1 \cdot \Theta_2}{e_1 + \Theta_2} \text{ при } s_y = \text{const}$$

и $e_1 = e_{\max}$ и $e_2 = e_{\min}$ при $s_y \equiv y$.

Вычисление коэффициентов модели

$$y = \frac{\Theta_1 \cdot e}{\Theta_2 + e} = \frac{y_{\max} \cdot e}{k + e}$$

удобно проводить, используя ее линеаризацию

$$\frac{1}{y_{\Theta}} = \frac{k}{y_{\max}} \left(\frac{1}{e} \right) + \frac{1}{y_{\max}} = ae + a_0,$$

где $a_0 = \frac{1}{y_{\max}}$, $a = \frac{1}{k}$,

по следующим выражениям:

$$\Theta_1 = y_{\max} = \frac{e_i - e_j}{\frac{e_i}{y_i} - \frac{e_j}{y_j}};$$

$$\Theta_2 = k = \frac{e_i}{y_i} (y_{\max} - y_i).$$

Далее можно вычислить медиану значений коэффициентов, полученных по каждой паре результатов измерений, для соответствующих реализаций транспортного процесса:

$$\Theta_1 = \text{med}\{\Theta_{1i}\}; \Theta_2 = \text{med}\{\Theta_{2i}\}.$$

Такие оценки искомых параметров модели наиболее устойчивы к нарушению предпосылок нормальности распределения ошибок в определении Θ (наличии у них «тяжелых» хвостов).

Указанные вычисления легко запрограммировать и получить их результаты с помощью информационных технологий в режиме реального времени.

На первом этапе такой процедуры через текущие значения y и сопутствующей переменной z (желательно в оптимальных точках ее измерений) определяют значения e по реализациям транспортного процесса. Далее по набору полученных значений e и соответствующим значениям y можно восстановить зависимость $y = \psi(e)$ и выбрать значения e с учётом ошибки определения y в оптимальных точках, по данным которых и вычисляют искомые параметры производственной функции транспортного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Налимов В. В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 208 с.
2. Лисенков А. Н. Математические методы планирования многофакторных медико-биологических экспериментов. – М.: Медицина, 1979. – 343 с.
3. Маленко Э. Статистические методы эконометрики. – М.: Статистика, 1976. – 325 с.
4. Лисенков А. Н. и др. Аппроксимационный подход к решению задач идентификации и управления многомерными объектами: Сообщения по прикладной математике / Вычислительный центр АН СССР. – М., 1989. – 49 с.

Координаты авторов: Лисенков А. Н. – 7(495) 684–2852, Лёвин С. Б. – 7(495) 627–8181. Статья поступила в редакцию 15.06.2016, принята к публикации 12.07.2016.



TRANSPORT SERVICE MANAGEMENT UNDER THE ACTION OF RANDOM FACTORS

Lisenkov, Alexander N., Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia.

Liev, Sergey B., Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), CJSC «Russian Troika», Moscow, Russia.

ABSTRACT

The article deals with possible approaches to improve the quality of transport service management using information technology in terms of random factors. Particular attention is given to further improvement of accuracy of

transport efforts' estimation. The procedure provided by the authors, can be used for drawing up a typology and comparative analysis of the activities of various companies and comparison of different types of activities within the transport company.

Keywords: transport service management, information technology, random factors, transport efforts assessment.

Background. Solving transport services management tasks under the action of many random factors, when there is a need to assess the efforts of a transport company, a particular relevance is acquired by the methods and means of information technologies. The features of the latter allow to handle in a real time mode significant volumes of data and provide an indirect estimation of the unobservable important characteristics of the production process, particularly guidance, efforts exerted by an organization and its employees.

Objective. The article deals with possible approaches to improving the quality of transport service management under the conditions of random factors.

Methods. The authors use general scientific methods, comparison, mathematical calculation.

Results. For an indirect assessment of the level of effort of transport companies e according to the given levels of rendered services y , it is proposed to use the information

about the values of related variables z (for example, information about the share of cargo detained in some areas of a supply chain), available for measurement and their dependence on these efforts e . Using the method of analysis of the system of simultaneous equations with random effects

$$y = f(e) + \varepsilon', \quad z = \phi(e) + \varepsilon''$$

and the linear regression $y = b_0 + bz + \varepsilon$, it is possible to obtain a desired dependence for determining the effort required e with its more accurate assessment than excluding related variables. This is a multi-dimensional effect in mathematical statistics, allowing to assess the component of interest with such a greater accuracy, the greater is the number of associated components at the same time included in the analysis [1, 2].

A similar approach using simultaneous statistical equations solutions is used in econometrics and other fields, for example, in biotechnology for evaluation of the fundamental constants of the process, inaccessible to direct measurement [3, 4].



The additional increase in accuracy of assessment of transport efforts e is possible by the optimal placement of measurement of related variables for the most accurate estimation of linear regression coefficients in the obtained equation e and its dispersion. It is known from the experiment theory that for the most accurate estimation of linear regression coefficients it is enough to place measurements only in two extreme points at the ends of the observed range of values z [1, 2]. This not only increases the accuracy of the evaluation of efforts e , but also simplifies and reduces the cost of the procedure of indirect estimation. Taking into account several related variables, using modern information technologies, the accuracy of indirect estimation of transport efforts can be substantially increased.

In addition, in case of availability of the so obtained data on the production function of the transport company $y = \psi(e)$ in the form of a monotonically increasing dependence with upward convexity with saturation of values y and e of its piecewise-linear approximations it is possible to represent this dependence by an analytical model

$$y = \frac{\Theta_1 \cdot e}{\Theta_2 + e} + \varepsilon$$

with assessment of its parameters Θ_1 and Θ_2 . The latter can be actually used to compile a typology and comparative analysis of the activities of the various companies in these parameters of the production function or the comparison of different types of activities within the transport company by their intensity and effectiveness. Parameter Θ_2 can be interpreted as an indicator of the intensity of the transport company activity, and Θ_1 – as the maximum probable level of services at a given level of effort and organization of the company's work.

Exact «passport», well interpreting estimates of useful parameters can be obtained, using the values of efforts at just two optimal points:

$$e_1 = \arg \max y \text{ and } e_2 = \frac{e_1 \cdot \Theta_2}{e_1 + \Theta_2} \text{ when } s_y = \text{const}$$

$$\text{and } e_1 = e_{\max} \text{ and } e_2 = e_{\min} \text{ when } s_y \equiv y.$$

It is convenient to calculate the coefficients of the model

$$y = \frac{\Theta_1 \cdot e}{\Theta_2 + e} = \frac{y_{\max} \cdot e}{k + e}.$$

using its linearization

$$\frac{1}{y_\Theta} = \frac{k}{y_{\max}} \left(\frac{1}{e} \right) + \frac{1}{y_{\max}} = ae + a_0,$$

$$\text{where } a_0 = \frac{1}{y_{\max}}, \quad a = \frac{1}{k},$$

according to the following expressions:

$$\Theta_1 = y_{\max} = \frac{e_i - e_j}{\frac{e_i}{y_i} - \frac{e_j}{y_j}};$$

$$\Theta_2 = k = \frac{e_i}{y_i} (y_{\max} - y_i).$$

Further it is possible to calculate the median of coefficients' values obtained for each pair of measurement results, for the corresponding transport process implementations:

$$\Theta_1 = \text{med}\{\Theta_{1j}\}; \quad \Theta_2 = \text{med}\{\Theta_{2j}\}.$$

Such estimates of unknown parameters of the model are more resistant to disruption of prerequisites of normality of distribution of errors in the definition Θ (if they have «heavy» tails).

Conclusions. These calculations can be easily programmed and their results can be obtained via information technology in a real time mode.

In the first step of this procedure through the current values y and related variable z (preferably in its optimum points of measurement) are determined the values e on implementation of transport process. Then on the basis of a set of the obtained values e and the corresponding values y can be restored the dependence $y = \psi(e)$ and selected the values e with account of errors in determining y at the optimal points, according to data of which the unknown parameters of the production function of the transport process are calculated.

REFERENCES

1. Nalimov, V. V. Experiment theory [Teorija eksperimentalnaya]. Moscow, Nauka publ., 1971, 208 p.
2. Lisenkov, A. N. Mathematical methods of planning of multifactor biomedical experiments [Matematicheskie metody planirovaniya mnogofaktornykh mediko-biologicheskikh eksperimentov]. Moscow, Medicina publ., 1979, 343 p.
3. Malenkov, E. Statistical methods of econometrics [Statisticheskie metody ekonometriki]. Moscow, Statistika publ., 1976, 325 p.
4. Lisenkov, A. N. et al. The approximation approach to problems of identification and multidimensional object management: Reports on Applied Mathematics [Approksimatsionnyj podhod k resheniju zadach identifikatsii i upravleniya mnogomernymi ob'ektami: Soobshheniya po prikladnoj matematike]. Computing Centre of the Academy of Sciences of the USSR. Moscow, 1989, 49 p. ●

Information about the authors:

Lisenkov, Alexander N. – D.Sc. (Eng.), professor of the department of Management and administration of staff of the organization of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, Russia, +7(495) 684-2852,

Liev, Sergey B. – Ph.D. (Eng.), doctoral student of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), General Director of CJSC «Russian Troika», Moscow, Russia, +7 (495) 627-8181.

Article received 15.06.2016, accepted 12.07.2016.

