

Чертыховцев Валерий Кириллович
д.т.н., профессор Самарского университета,
Россия, г. Самара

Коростышевская Елена Михайловна
д.э.н., профессор Санкт-Петербургского государственного
университета, Россия,
г. Санкт-Петербург

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы, которые относятся к области повышения точности сбора и обработки информации в социально-экономических системах. Предлагаемый способ повышения точности измерения социально-экономических процессов, отличается от известных тем, что в процедуру сбора субъективной информации социально-экономической направленности вводится тестовое значение измеряемого параметра (стандарт измеряемого параметра). Путем постоянного сравнения с тестом осуществляется компенсация погрешности измерения субъективной оценки эксперта. Разработан алгоритм повышения точности результатов измерения. Проведены исследования способа повышения точности измерения экспертной оценки с помощью моделирования на базе системы компьютерной математики Mathcad, которые показали.

Ключевые слова: социально-экономическая система, имитационная модель, измерительный процесс, тест, погрешность, тренд, алгоритм.

Chertykovtsev V.K.
Doctor of Technical Sciences, Professor
of Samara University, Russia, Samara

Korostyshevskaya E.M.
Doctor of Economics, Professor
of St. Petersburg State University, Russia,
St. Petersburg

A WAY TO IMPROVE THE ACCURACY OF MEASUREMENT RESULTS OF SOCIO-ECONOMIC PROCESSES

Abstract. The paper discusses issues that relate to the field of improving the accuracy of information collection and processing in socio-economic systems. The proposed

method for improving the accuracy of measuring socio-economic processes differs from the known ones in that a test value of the measured parameter (the standard of the measured parameter) is introduced into the procedure for collecting subjective socio-economic information. By constant comparison with the test, the measurement error of the subjective assessment of the expert is compensated. An algorithm for improving the accuracy of measurement results has been developed. The research of the method of increasing the accuracy of the expert assessment measurement using modeling based on the Mathcad computer mathematics system, which showed.

Keywords: socio-economic system, simulation model, measurement process, test, error, trend, algorithm.

Сегодня процесс управления в социально-экономической сфере часто базируется на информации, полученной путем экспертной оценки человека принимающего те или иные решения [3, 6]. Погрешность сбора, таким путем, информации достигает больших размеров, так как обусловлена и зависит от многих факторов: уровнем образования эксперта, способностью аналитически мыслить, психофизиологическими особенностями и даже его политической направленностью. Работа посвящена компенсации такого рода погрешностей.

Существует большое многообразие способов повышения точности результатов измерения различного рода процессов [2, 8, 9, 10, 11]. Наиболее характерными являются способы, основанные на введении в систему измерения избыточности, позволяющей получить дополнительную информацию, как об измеряемой величине, так и о погрешностях, возникающих в процессе измерения, и таким образом исключить их из результата измерения. Наиболее широкое применение нашли тестовые методы, методы образцовых мер и методы обратных преобразований, например итерационные методы. Тестовые методы повышения точности измерений основаны на использовании дополнительных тестов (точных аналогов процесса), которые используются для повышения точности результатов измерения с помощью определенного алгоритма [2]. Тестовые методы позволяют сократить число вспомогательных величин, необходимых для реализации алгоритма повышения точности.

При измерении социальных процессов наиболее широко используются методы уменьшения некоррелированной составляющей погрешности измерения, основанные на статистической обработке результатов многократных измерений [2].

В результате производимых N измерений получают ряд значений исследуемого процесса

$$\begin{aligned} Y_1 &= Y + \Delta_1; \\ Y_2 &= Y + \Delta_2; \\ &\dots\dots\dots \\ Y_N &= Y + \Delta_N, \end{aligned} \tag{1}$$

где y – истинное значение исследуемого процесса;

$\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_N$ – погрешности производимых N измерений.

Полученные результаты измерений обрабатываются методом математической статистики [4].

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} + \Delta_{\Sigma}, \tag{2}$$

где $\Delta_{\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta_i}{N}$ – суммарная погрешность N измерений.

Рассматриваемый метод дает возможность снизить некоррелированную составляющую погрешности, однако коррелированная составляющая погрешности не уменьшается. Причем при увеличении числа измерений N , погрешность измерения возрастает.

В экономике существует огромное количество задач, которые зависят от большого числа факторов, что практически их все невозможно зарегистрировать и учесть в процессе обработки информации [3]. Номинальную характеристику измерительного процесса можно записать в виде [2]

$$Y = a_1(t) + a_2(t)x(t) + \dots + a_n(t) x^n(t). \tag{3}$$

Погрешность измерения будет характеризоваться колебанием параметров $a_i(t)$.

Так как $a_i(t)$ являются нестационарными случайными функциями времени то для реальных измерительных процедур при выполнении N измерительных преобразований предусмотренных выбранным алгоритмом повышения точности измерений можно записать

$$a_i(t) = a_k(t) + a_{нк}(t), \quad (4)$$

где $a_k(t)$ – коррелированная составляющая погрешности измерения;
 $a_{нк}(t)$ – некоррелированная составляющая погрешности измерения.

При современном направлении развития цифровой экономики выполнение вспомогательных преобразований и вычислительных операций является наиболее эффективным и экономичным путем решения поставленной задачи [1, 7].

Для повышения точности результатов измерения, основанных на экспертной оценке разработан алгоритм, который обеспечивает компенсацию мультипликативной погрешности измерения рис. 1. Работа алгоритма состоит из четырех этапов.

Первый этап оценка тестового значения измеряемого параметра x_0

$$Y_0(t) = a(t) x_0, \quad (5)$$

где $a(t)$ – мультипликативная погрешность измерения исследуемого процесса (зададим ее в виде шума $a(t) = A \sin \omega t$).

Второй этап оценка измеряемого параметра $x(t)$

$$Y(t) = a(t) x(t). \quad (6)$$

Третий этап компенсация мультипликативной погрешности измерения в виде шума

$$a(t) = A \sin \omega t, \\ Z(t) = \frac{Y(t)}{Y_0(t)}. \quad (7)$$

Четвертый этап получение расчетного значения измеряемого параметра с учетом компенсации мультипликативной погрешности измерения

$$X_{рас} = Z(t) x_0. \quad (8)$$

Относительная погрешность измерения по данному алгоритму находится из условия

$$\Delta = \frac{X_{рас} - x(t)}{x(t)}. \quad (9)$$

Расчетное значение измеряемого параметра $X_{рас}$ находится из уравнения (7) и в пределе стремится к значению $x(t)$. Следовательно, числитель этой дроби (8) будет стремиться к нулю, а следовательно и относительная погрешность измерения стремится к нулю.

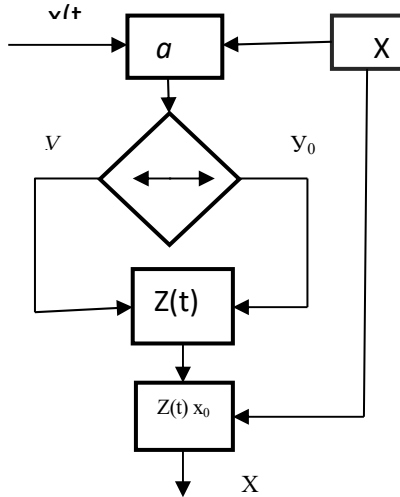


Рис. 1. Алгоритм компенсация мультипликативной погрешности

Исследования способа повышения точности результата измерения проводились с помощью программы Mathcad [5].

$$\begin{aligned}
 t &:= 1 \dots 100 & x(t) &:= 10 \cdot t & x_0 &:= 10 \\
 & & a(t) &:= 50 \cdot \sin(20 \cdot t) & & \\
 y_0(t) &:= a(t) \cdot x_0 & & & y(t) &:= a(t) \cdot x(t) \\
 Z(t) &:= \frac{y(t)}{y_0(t)} & & & X_{\text{рас}}(t) &:= Z(t) \cdot x_0
 \end{aligned}$$

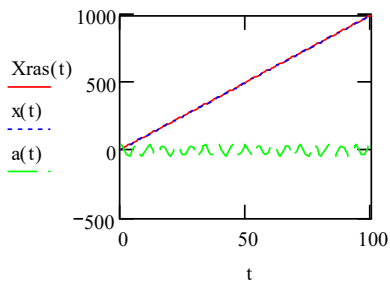


Рис. 2. Компенсация мультипликативной погрешности

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующий вывод.

Исследования, проведенные с помощью моделирования на базе системы компьютерной математики Mathcad показали, что предложенный способ повышения точности результатов измерения экспертной оценки позволяет повышать точность измеряемых и свести погрешность практически к нулю рис. 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахманова Г.И., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение: докл. к XX Апрельскому междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. М.: Изд. дом Высшей школы экономики. М., 2019. 82 с.
2. Бромберг Э.М., Куликовский К.Л. Тестовые методы повышения точности измерений. М.: Энергия, 1978. 176 с.
3. Бурцева Т.А., Катаева Н.И., Ворожцов С.Н. Методологические основы выбора маркетинговых стратегий развития предприятий на основе экспертных оценок // Маркетинг в России и за рубежом. 2008. №4.
4. Венцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука. 1969. 576 с.
5. Дьяконов В.П. Mathcad 11 / 12 / 13 в математике: справочник. М.: Горячая линия – Телеком. 2007. 958 с.
6. Котлер Ф. Основы маркетинга. М.: Киев, 1995. 240 с.
7. Утарбаева Г.К., Олейник Л.В. Цифровая экономика как новая парадигма развития: Вызовы, Возможности и Перспективы. Международная научно-практическая конференция «Социально-экономическое развитие независимого Казахстана: Реалии и перспективы». Нұр-Сұлтан, 2021. С. 168-171.
8. Чертыковцев В.К. Экономико-математические модели в маркетинговых процессах: монография. Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2009. 188 с.
9. Чертыковцев В.К. Математические модели маркетинговых процессов: монография. Германия: LAP LAMBERT Akademie Publishing, 2012. 150 с.
10. Чертыковцев В.К. Устройство для повышения точности измерений. Патент на изобретение. №2601177, 06. 10. 2016 г.
11. Чертыковцев В.К. Метод повышения точности прогнозирования параметров линейных динамических рядов маркетинговых процессов. Известия Академии управления: теория, стратегии, инновации. 2011. №1. С. 48-53.

REFERENCES

1. Abdrakhmanova G.I., Vishnevsky K.O., Gokhberg L.M. and others. What is digital economy? Trends, competencies, measurement: report. to XX Apr. intl. scientific conf. on problems of economic and social development. M.: Ed. home of the Higher School of Economics. M.: 2019. 82 p.
2. Bromberg E.M., Kulikovskiy K.L. Test methods for improving the accuracy of measurements. M.: Energy, 1978. 176 p.
3. Burtseva T.A., Kataeva N.I., Vorozhtsov S.N. Methodological bases for the choice of marketing strategies for the development of enterprises based on expert assessments // Marketing in Russia and abroad. 2008. №4.
4. Wenzel E.S. Probability Theory. M.: Science. 1969. 576 p.
5. Dyakonov V.P. Mathcad 11 / 12 / 13 in mathematics. Directory. M.: Hotline – Telecom. 2007. 958 p.
6. Kotler F. Fundamentals of marketing. M.: Kyiv, 1995. 240 p.
7. Utarbaeva G.K., Oleinik L.V. Digital economy as a new development paradigm: Challenges, Opportunities and Prospects. International scientific and practical conference «Socio-economic development of independent Kazakhstan: Realities and prospects». Nur-Sultan 2021. P. 168-171.
8. Chertykovtsev V.K. Economic and mathematical models in marketing processes: monograph. Samara: Samar Publishing House. state economy un-ta, 2009. 188 p.
9. Chertykovtsev V.K. Mathematical models of marketing processes: monograph. Germany: LAP LAMBERT Akademie Publishing, 2012. 150 p.
10. Chertykovtsev V.K. Device for improving the accuracy of measurements. Patent for an invention. №2601177, 06.10.2016.
11. Chertykovtsev V.K. Method for improving the accuracy of predicting the parameters of linear time series of marketing processes. News of the Academy of Management: theory, strategies, innovations. 2011. №1. S. 48-53.