

Levkina R. V.

*Doctor of Economic Sciences, Associate Professor
Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Ukraine;
e-mail: levkina@3g.ua, ORCID ID: 0000-0001-6229-5172*

Kravchuk I. I.

*Doctor of Economics, Associate Professor
Zhytomyr National Agroecological University, Zhytomyr, Ukraine;
e-mail: teacher_prepod@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3561-6118*

Sakhno I. V.

*PhD in Economics, Associate Professor
National Academy of the National Guard of Ukraine, Ukraine;
e-mail: sakhno.ir@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6795-0535*

Kramarenko K. M.

*PhD in Economics, Associate Professor
National Academy of the National Guard of Ukraine, Ukraine;
e-mail: km.kramarenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9601-2003*

Shevchenko A.A.

*PhD in Economics, Associate Professor,
Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine;
e-mail: alisochka1978@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3581-7884*

THE ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL OF RISK ANALYSIS IN AGRICULTURE IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Abstract. The use of automatic information systems for risk analysis from other countries in Ukraine is extremely difficult due to the lack of databases on factors affecting risk, not only at the regional but also at the state level. Therefore, it became necessary to create an economic-mathematical model for information processing, including incomplete data, on factors affecting risks for use in the agricultural sector of Ukraine. Such a model was formalized, created and tested.

The developed economic-mathematical model of the risk analysis system presupposes the necessity of preliminary statement of the task by an expert in the field of agriculture and further automatic work of the software complex adapted to the conditions of use by specialists in economic and mathematical modeling.

Because of there are mostly no databases in Ukraine on factors affecting risks, it is needful to evaluate and use incomplete data or data for limited time intervals.

One of the components of the algorithm is the method of simulation. The automatic information system for risk analysis generates so-called pseudo-random sequences and gradually verifies the reliability of their description of each of the risks named by the expert, specific to this particular task for the farms. Such a method has already been tested on tasks whose solution was faced with a lack of statistical information, and the impossibility of using analytical methods.

Reducing the execution time of the task is facilitated by the formation of a library of working arrays, which accumulates during the operation of an automatic risk analysis system.

Reducing the time of the task is facilitated by the formation of library tool working arrays, which accumulates during the operation of the automatic risk analysis system.

To simplify the processing of incoming information and work out calculations, it is suggested to use a parametric model.

This method was borrowed from the experience of using gert-networks.

To test the effectiveness of the developed algorithm, a risk calculation has been made for farms that grow cereals, legumes and sunflowers. The results of the calculation showed reliable values of risk factors.

It was determined which of the risks is more significant for the producers of these agricultural products.

Keywords: risk management, risk analysis, economic and mathematical model, systems of support and decision-making, software complex, imitation design.

Левкіна Р. В.

*д.е.н., доцент, Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка, Україна;
e-mail: levkina@3g.ua, ORCID ID: 0000-0001-6229-5172*

Кравчук І. І.

*д.е.н., доцент, Житомирський національний агроекологічний університет, Україна;
e-mail: teacher_prepod@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3561-6118*

Сахно І. В.

*к.е.н., доцент, Національна академія Національної гвардії України, Україна;
e-mail: sakhno.ir@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6795-0535*

Крамаренко К. М.

*к.е.н., доцент, Національна академія Національної гвардії України, Україна;
e-mail: km.kramarenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9601-2003*

Шевченко А. А.

*к.е.н., доцент, Одеський державний аграрний університет, Одеса, Україна;
e-mail: alisochka1978@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3581-7884*

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ РИЗИКІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Анотація. Використання апробованих в інших країнах автоматичних інформаційних систем аналізу ризиків в Україні є вкрай ускладненим відсутністю баз даних за факторами впливу на ризик не тільки на регіональному, але й на державному рівні.

Тому постала необхідність створення економіко-математичної моделі обробки інформації, включаючи неповні дані по факторам впливу на ризики, для використання в сільсько-господарській галузі України.

Таку модель формалізовано, створено та апробовано.

Розроблена економіко-математична модель системи аналізу ризиків передбачає необхідність попередньої постановки задачі експертом в галузі сільського господарства і подальшу автоматичну роботу програмного комплексу, адаптованого до умов використання фахівцями з економіко-математичного моделювання.

Оскільки в Україні переважно відсутні бази даних за факторами впливу на ризики передбачається оцінка та використання неповних даних чи даних за обмежені інтервали часу.

Однією з складових алгоритму є метод імітаційного моделювання. Автоматична інформаційна система аналізу ризиків генерує так звані псевдовипадкові послідовності та поетапно перевіряє достовірність їх опису кожного з названих експертом ризиків, притаманних саме цій конкретній задачі для агропідприємства. Такий метод було вже апробовано на задачах, вирішення яких зіткнулося з нестачею статистичної інформації, та неможливістю застосування аналітичних методів.

Зменшення необхідного ресурсу обчислювальної техніки для виконання задачі полегшується формуванням допоміжної бібліотеки робочих масивів, яка накопичується під час роботи програмного комплексу аналізу ризиків.

Для спрощення обробки вхідної інформації та відпрацювання розрахунків запропоновано параметричну модель.

Ця методика запозичена з досвіду використання gert-мереж.

Для перевірки ефективності роботи розробленого алгоритму проведений розрахунок ризиків для фермерських господарств, що вирощують зернові, зернобобові культури та соя. Результати розрахунку показали достовірні значення коефіцієнтів ризику. Визначено, які з ризиків є більш вагомими для виробників вказаних агрокультур.

Ключові слова: ризик-менеджмент, аналіз ризиків, економіко-математична модель, програмний комплекс, імітаційне моделювання.

Формул: 5; рис.: 1; табл.: 1; бібл.: 19.

Левкина Р. В.

д.э.н., доцент, Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенко, Украина;
e-mail: levkina@3g.ua, ORCID ID: 0000-0001-6229-5172

Кравчук И. И.

д.э.н., доцент, Житомирский национальный агроэкологический университет, Украина;
e-mail: teacher_prepod@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3561-6118

Сахно И. В.

к.э.н., доцент, Национальная академия Национальной гвардии Украины, Украина;
e-mail: sakhno.ir@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6795-0535

Крамаренко Е. Н.

к.э.н., доцент, Национальная академия Национальной гвардии Украины, Украина;
e-mail: km.kramarenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9601-2003

Шевченко А. А.

к.э.н., доцент, Одесский государственный аграрный университет, Одесса Украина;
e-mail: alisochka1978@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3581-7884

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА РИСКОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Аннотация. Использование апробированных в других странах автоматических информационных систем анализа рисков в Украине чрезвычайно осложнено ввиду отсутствия баз данных по факторам, влияющим на риск, и не только на региональном, но и на государственном уровне. Поэтому возникла необходимость создания экономико-математической модели обработки информации, включая неполные данные, по факторам, влияющим на риски для использования в сельскохозяйственной отрасли Украины. Такая модель формализована, создана и апробирована.

Одной из составляющих алгоритма является метод имитационного моделирования. Автоматическая информационная система анализа рисков генерирует так называемые псевдослучайные последовательности и поэтапно проверяет достоверность описания ими каждого из названных экспертом рисков, присущих именно этой конкретной задаче и определенного агропредприятия. Такой метод был уже апробирован на задачах, решение которых столкнулось с нехваткой статистической информации, и невозможностью применения аналитических методов.

Для проверки эффективности работы разработанного алгоритма произведен расчет рисков для фермерских хозяйств, выращивающих зерновые, зернобобовые культуры и подсолнечник. Результаты расчета показали достоверные значения коэффициентов риска.

Ключевые слова: риск-менеджмент, анализ рисков, экономико-математическая модель, системы поддержки и принятия решений, программный комплекс, имитационное моделирование.

Формул:5; рис.:1; табл.:1; библи.: 19.

Introduction. In today's changing economy of Ukraine, it is difficult to predict the effect of economic decisions in the agricultural sector due to the uncertainty of risks caused by incomplete information.

The use of automated information systems for risk analysis in the agricultural sector of Ukraine is faced with the problem of the lack of bases of statistical data on the factors of influence for most of the risks. Such information was not accumulated not only for decades, according to the established practice of developed countries, but even, in recent years. Only the database of factors of natural and climatic risk is available in full. Therefore, the creation of risk analysis systems requires the development of such economic and mathematical models, which could use incomplete information, and, sometimes, only available "instant" data, that is, at the current time, about the factors of influence on one or another risk.

In addition, the creation of automatic risk analysis systems in the agricultural sector is fraught with the lack of necessary knowledge in economics and mathematics from direct users - professionals and practitioners in this field. At the same time, knowledge and experience in agriculture is lacking in specialists in mathematics and economics - those who develop automated information systems for risk analysis. Therefore, when designing automatic systems for agrarian risk management, it is necessary to consider the existence of this problem, which will be caused, in particular, by the difficulties in using such systems by practitioners.

Analysis of research and problem statement. In recent years, many scientists and practitioners have been involved in a detailed analysis of risks at Ukrainian agricultural enterprises and modeling such risks, as well as minimizing their effects. First of all, such specialists as Chepurko [1], Ostankova [2], Shevchenko [3], Malik, Matvienko, Andriychuk and others [3]. Some of the innovations they offered were used in our work.

However, the economic conditions for the functioning of agrarians have their own peculiarities, which greatly complicate the modeling of risks, and it was above them that such scientists as Colibaba [4], Goryovy, Zbarsky, Aleinikov, Batrak and others [5], Nitsenko, Havrysh [6] worked on it.

The impact on the production activity of agrarians of factors that are not inherent in economic activity in other sectors, for example, weather conditions and extremely changing market conditions, increasing the risk of doing business, especially the livelihoods of animals and plants, etc., increase the complexity of forecasting, not provided by a detailed elaborated classical theory of economic risk. Existing widely used economic and mathematical models of risk prediction, even those that are oriented towards the use of stochastic methods, require complete information on risk factors [7, 8].

Modern widely used in developed countries, automatic systems use databases of risk factors that accumulated and systematized for many decades. For example, Decision Support Systems Expert Business Impact Analysis System not only can calculate the weight ratios of each type of risk, but also offer the best strategy with the option of an interactive version of the options for such a strategy [9]. But this program is complemented by a database of probable risks and relevant statistical information on each type of risk, not only in the global, but also in the regional context.

Similarly, BIA Professional software systems are developed by Strohl Systems, Living Disaster Recovery Planning Systems, Recovery PAC developed by CSCI, etc. [9]. Moreover, there is even a profile company Deloitte & Touch LLP in the United States that tests software packages to detect and predict risks. This company checks the quality of the information necessary for the effective operation of software systems [9]. This indicates that the development of automated information systems for risk analysis in the United States is put on stream.

In Ukraine, the risk factors database, in particular in the agricultural sector, is absent not only at the level of individual regions but also at the national level [9, 10]. This fact requires a complete change in the existing systems of risk forecasting in other countries operating in other countries in the activities of Ukrainian agrarian producers or changes in approaches to economic and mathematical risk forecasting [10, 11, 19].

An economically viable method of taking into account incomplete information used by optimal planners is the so-called adaptive planning. Due to the adaptability of planning, according to its developers, it is possible to reduce risks using declared elasticity, agility, flexibility, etc., optimal planning. But this method, which is more phenomenologically than algorithmic, was rejected by us. Similarly, all other phenomenological methods were rejected, which most often applied in the case of incomplete information on variables.

Unsolved aspect of the problem. Apart from our research, the development of an ideology of the dialogue interface with an expert for replenishing information, the formation of an algorithm for automatic determination of what information is lacking and the amount of it missing, the elaboration of the algorithm for verifying the expert information to the relevance remains.

Also temporarily stopped work on creation of auxiliary databases and establishing their correct and effective interaction with the proposed software complex for analyzing agricultural risks.

The purpose of the article. Development of economic-mathematical model of agricultural risk analysis, capable of effective work with incomplete information on the parameters influencing the specified risks.

Research results. During the formation of the algorithm we used some elements of the method of cyclic network models [3]. This method is intended for use in conditions of uncertainty. Uncertainty creates, in particular, the existing risks of project implementation.

The study of these methods was made by such scholars as Averbakh, Voropayev, Gelrud [12]. Formalization of network planning methods was carried out by scientists Posadskaya, Alekseenko, Kazimir and others [13-18]. It was Posadskaya who began to use this method in the tasks of logistics of agricultural enterprises [18]. Therefore, some of the tested techniques were used for our work.

Also, for the algorithm of risk analysis elements of the method of random stochastic GERT-networks, detailed in the works [14-16] were used. Their application makes it possible to use incomplete in-depth information on received influence factors when passing through branches of a network GERT-model [15, 16].

Also were analyzed the rather exotic Q-GERT networks described in Pritsker's works [16]. But the accuracy of the results of evaluating the parameters of economic and mathematical models using this method is not considered satisfactory.

It was found that a significant problem for the chosen algorithm chosen by us, the parametric model, is the presence of an unknown law of the distribution of the complicated use of the divergent distribution density. Therefore, the task was to solve this problem.

The problem of finding the divergent distribution density of an unknown value was divided into two subtasks:

1. We must find an appropriate parametric model for the proposed statistical sample that adequately describes it.
2. It is necessary to find its parameters for the chosen parametric model.

The formulation of the problem is rather unusual and complex and for solving them we propose to use a genetic algorithm.

The optimal stages of the program algorithm developed for solving these problems will be as follows (see Fig. 1):

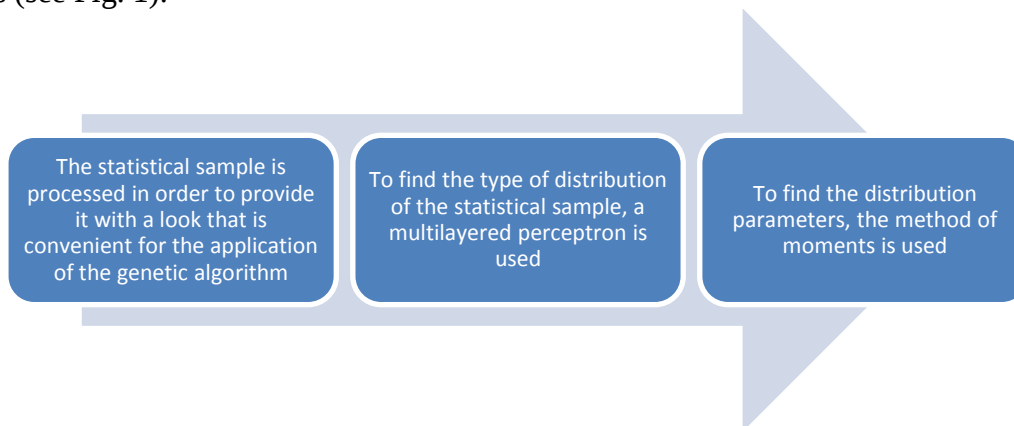


Fig.1 An algorithm for a program designed to find the distribution density of an unknown value

This algorithm is universal for different types of distribution, but for simplifying the processing of input information and working out calculations, a parametric model is proposed, which can be written as follows:

$$\begin{cases} X = a_1 \\ Z = \sqrt{(1 - \tau^2)} * a_2 + \tau * a_1 \end{cases} \quad (1)$$

where a_1, a_2 - independent values, τ - correlation coefficient.

As a factor in evaluating the "quality" of the calculated vector of impacts on the risk of the proposed economic-mathematical model, we choose the maximum error value

$$\delta = \max\{|\delta_j|\} \quad (2)$$

where $j = 1 \dots n$, and where, respectively, n – this is the number of iterations, which, as already indicated, directly depends on the quality of the expert's work in the subject area.

Next, we use the method of risk assessment, developed in the classical work Boehm [8].

According to Boehm, the risk factor depends on the likelihood of a risk and the probable size of the loss. The probability of risk is calculated as the so-called weighted seven-component coefficient [8]. This coefficient takes into account the amplitude of the risk factor fluctuations around its predicted value. Moreover, an increase in the value of a seven-component coefficient means an increase in the negative impact of the risk factor [8].

$$R_i = \omega_i * K_i \quad (3)$$

where R_i - risk indicator, ω_i - coefficient of weight of this type of risk, K_i - weighted seven-component coefficient.

The weighting factor for this type of risk is as follows

$$\omega_i = \frac{[E_i]}{[E_i]^{max}} \quad (4)$$

where E_i – the coefficient of elasticity of the level of profitability for the corresponding value i -th risk; $[E_i]^{max}$ – the maximum value of the coefficient of elasticity on the interval of its definition.

The coefficient of elasticity of the level of profitability for the corresponding value of i -th risk is as

$$E_i = \left| \frac{\partial \ln I_i}{\partial \vartheta_i} \right| \quad (5)$$

where ϑ_i – instantaneous risk factor.

Some practical results of the pilot test of the proposed economic-mathematical model of information processing, including the availability of incomplete data on the risk factors, for use in automatic information systems of risk analysis in the agriculture of Ukraine are given in Table 1.

Calculations were made using the existing economic-mathematical model of risk analysis for farms producing sunflower seeds. The results obtained for practitioners are presented in Table 1.

Table 1

Results of calculating the risks of reducing the level of yield of sunflower, prices and volumes of its sale for farms of Ukraine

Name of the type of risk	Coefficient K_i	Coefficient E_i	Coefficient ω_i	Numerical value of the level of risk	The interval of change of the calculated coefficient of risk
Reduce yields	0,15	67,8	0,23	0,1	Weak risk
Reduce the price	0,23	58,9	0,19	0,21	Significant risk
Reducing sales volumes	0,07	336,5	1,05	0,02	Weak risk

Source: own calculations according to the data of the State Statistics Service of Ukraine <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

The intervals for changing the risk factor in Table 1 are classified within the generally accepted limits of the boundaries as a five-step risk level.

The division of the entire interval of the change in the risk factor into five levels makes it possible to reduce calculations, prevent accurate determination of the value of risk, if necessary, limiting the calculations to a qualitative approximate estimate.

Risk at the intervals of the change in the risk factor is indicated as a weak risk (≤ 0.056); moderate risk level ($0.057 \dots 0.100$); acceptable level of risk ($0.101 \dots 0.147$); a significant level of risk ($0.148 \dots 0.208$) and an unacceptable level of risk (≥ 0.208).

According to the results of the analysis, it has been shown that for farms producing sunflower seeds a more significant risk is the reduction of the sale price; the least significant risk is the reduction of sales volumes.

Conclusions. The economic-mathematical model of information processing, including incomplete information, on risk factors for use in automated information systems for risk analysis in the field of agriculture, has been formalized and tested in pilot calculations.

The automatic information system for risk analysis involves not only the preliminary assessment of an expert (or practitioner) in the field of agriculture, but also the use of automatic software units created and adapted to the conditions of use by experts in economics and mathematical modeling.

As there are basically no risk-factor databases in Ukraine, estimating and using incomplete data or data at significantly reduced time intervals (so-called "instant data") is foreseen.

For the economic-mathematical model, the method of simulation modeling is used. An automated risk analysis information system generates so-called pseudorandom sequences and gradually checks their compliance to describe each of the experts identified in the field of agriculture risks inherent in that particular task of a particular agro-enterprise. Such a method has previously been applied to tasks whose solution has been the lack of statistical information, on the one hand, and the impossibility of their analytical solution, on the other.

Reducing the time of the task helps to form a library of auxiliary arrays, in particular, the databases of mathematical models that accumulate during the operation of the automatic information system of risk analysis. This technique is borrowed from the experience of using gert-networks, where based on equivalent transformations. A parametric model is proposed to simplify the processing of incoming information and to work out calculations

To verify the effectiveness of the developed algorithm, an assessment of the risks for farms that grow sunflower seeds has been carried out. The calculation results showed the value of the risk factors. It is determined which of the risks are more or less important for manufacturers.

Література

1. Чепурко В. В. Економічний ризик аграрного виробництва : автореф. дис. ... д-ра екон. наук : 08.07.02 / В. В. Чепурко ; НАН України, Ін-т економіки. — Київ, 2001. — 33 с.
2. Останкова Л. А. Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками : навч. посіб. / Л. А. Останкова, Н. Ю. Шевченко. — Київ : Центр учбової літератури, 2011. — 256 с.
3. Шевченко Н. Ю. Математична модель прийняття інвестиційних рішень з урахуванням ризику / Н. Ю. Шевченко // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Структурні зміни у суспільстві та економіці під впливом комунікацій та інформації», (м. Полтава, 12—13 травня 2016 року) / за ред. М. В. Макарової. — Полтава : ПУЕТ, 2016. — С. 316—319.
4. Економіко-математичне моделювання : зб. мат. Першої нац. наук.-метод. конф., 30 вересня — 1 жовтня 2016 р., м. Київ. — Київ : КНЕУ, 2016. — 405 с.
5. Колібаба Р. О. Дії щодо мінімізації ризиків в аграрному секторі [Електронний ресурс] / Р. О. Колібаба ; Міністерство фінансів України. — Київ, 2005. — Режим доступу : <http://www.minfin.gov.ua>.
6. Nitsenko V. S. Enhancing the stability of a vertically integrated agro-industrial companies in the conditions of uncertainty / V. S. Nitsenko, V. I. Navrysh // Actual problems of economics. — 2016. — № 10 (184). — P. 167—172.
7. Мабіала Ж. Управління ризиками в господарюванні агроформувань [Електронний ресурс] / Ж. Мабіала, С. М. Алейніков, Ю. В. Батрак // Продуктивність агропромислового виробництва. — 2009. — № 12. — Режим доступу : <http://www.nbuu.gov.ua>.
8. Boehm B. Software Risk Management / B. Boehm // IEEE Computer Society Press. - Washington DC, USA, 1989. - P. 115-147.
9. Двойнос А. Л. Спеціалізоване програмне забезпечення у сфері ризик-менеджменту / А. Л. Двойнос // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. — 2011. — Вип. 19. — С. 456—459.
10. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 1—2 лютого 2018 р.). — Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. — 144 с.
11. Бідюк П. І. Комп'ютерні системи підтримки прийняття рішень : навч. посібник / П. І. Бідюк, О. П. Гожий, Л. О. Коршевнок ; Нац. техн. ун-т України «Київський політехнічний інститут» ; Чорноморський державний університет імені Петра Могили. — Миколаїв — Київ, 2012. — 379 с.
12. Авербах Л. И. Моделирование задач планирования и управления проектами в условиях риска и неопределенности с использованием циклической сетевой модели [Электронный ресурс] / Л. И. Авербах, В. И. Воропаев, Я. Д. Гельруд. — Режим доступа : <http://www.sovnet.ru/pages/casm2.doc.3-4>.
13. Посадская А. С. Формализация задач систем сетевого планирования с использованием аппарата темпоральных логик / А. С. Посадская // Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС 2015 : тези доповідей Десятої міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 22-26 червня 2015 р.). — Чернігів : ЧНТУ, 2015. — С. 253-255.
14. Посадская А. С. Методы параметрической оптимизации на основе GERT-сетей / А. С. Посадская // Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС 2016 : тези доповідей Одинадцятої міжнародної науково-практичної конференції (Київ — Жукин, 27 червня — 1 липня 2016 р.). — Чернігів : ЧНТУ, 2016. — С. 444—446.
15. Дорпер М. Г. Оценка числовых характеристик GERT-сети на основе эквивалентных преобразований / М. Г. Дорпер, А. А. Зырянов // Образовательные ресурсы и технологии. — 2014. — № 1 (4). — С. 175—184.
16. Pritsker A. A. B. Modeling and analysis using Q-GERT networks / A. A. B. Pritsker. — New York — Wiley : Distributed by Halsted Press, 1979.
17. Алексеенко П. Д. Формализация требований к сетевым графикам на языке темпоральной логики / П. Д. Алексеенко, В. В. Казимир, А. С. Посадская // Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі : Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих учених (м. Чернігів, 18—19 травня 2016 р.) : зб. тез доп. — Чернігів : Чернігівський національний технологічний університет, 2016. — С. 83—84.

18. Посадская А. С. Использование генетических алгоритмов для решения задач логистики сельскохозяйственного предприятия / А. С. Посадская // Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС 2014 : тези доповідей Дев'ятої міжнародної науково-практичної конференції (Київ - Жукин, 23-27 червня 2014 р.). - Чернівці : ЧДІЕУ, 2014. - С. 178-180.

19. Bilan Yu. V. Conceptual modeling of agri-food market development under economy's globalization / Yu. V. Bilan, V. S. Nitsenko, Iu. V. Samoilyk // Scientific Bulletin of Polissia. - 2017. - № 3 (11). - P. 54-61. doi: 10.25140/2410-9576-2017-1-3(11)-54-61.

Стаття рекомендована до друку 16.09.2019

© Левкіна Р. В., Кравчук І. І.,
Сахно І. В., Крамаренко К. М.,
Шевченко А. А.

References

1. Chepurko, V. V. (2000). Ekonomichniy ryzyk ahrarnoho vyrobnytstva [Economic risk of agrarian production]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
2. Ostankova, L. A., & Shevchenko, N. Yu. (2011). *Analiz, modeliuvannia ta upravlinnia ekonomichnymy ryzykamy* [Analysis, modeling and management of economic risks]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian].
3. Shevchenko, N. Yu. (2016). Matematychna model pryiniattia investytsiynykh rishen z urakhuvanniam ryzyku [Mathematical model of investment decision-making with risk]. *Strukturni zminy u suspilstvi ta ekonomitsi pid vplyvom komunikatsii ta informatsii: Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia — Structural Changes in Society and Economics under the Influence of Communications and Information: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 316—319). Poltava [in Ukrainian].
4. Ekonomiko-matematychne modeliuvannia: zb. mat. Pershoi nats. nauk.-metod. konf., 30 veresnia — 1 zhovtnia 2016 r. [Economic and mathematical modeling: Coll. mate. First Nat. scientific-method. Conf., September 30 — October 1, 2016]. (2016). Kyiv: KNEU [in Ukrainian].
5. Kolibaba, R. O. (2005). *Dii shchodo minimizatsii ryzykiv v ahrarnomu sektori* [Actions to minimize risks in the agrarian sector]. Kyiv. Retrieved from <http://www.minfin.gov.ua> [in Ukrainian].
6. Nitsenko, V. S., & Havrysh, V. I. (2016). Enhancing the stability of a vertically integrated agro-industrial companies in the conditions of uncertainty. *Actual problems of economics*, 10 (184), 167—172.
7. Mabilia, Zh., Aleinikov, S. M., & Batrak, Yu. V. (2009). *Upravlinnia ryzykamy v hospodariuvanni ahroformuvan* [Risk Management in Agribusiness Management]. *Produktyvnist ahropromysloвого vyrobnytstva — Productivity of agro-industrial production*, 12. Retrieved from <http://www.nbu.gov.ua> [in Ukrainian].
8. Boehm, B. (1989). *Software Risk Management*, IEEE Computer Society Press. Washington DC, USA.
9. Dvoinos, A. L. (2011). Spetsializovane prohramne zabezpechennia u sferi ryzyk-menedzhmentu [Specialized software in the field of risk management]. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnogo ahrarno-tekhnichnogo universytetu — Collection of scientific works of Podilsky State Agrarian and Technical University*, 19, 456—459 [in Ukrainian].
10. Informatsiini modeli, systemy ta tekhnologii: V Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiia — Information Models, Systems and Technologies: 5th International Scientific and Technical Conference. (2018). Ternopil: Ternopil Ivan Puluj National Technical University [in Ukrainian].
11. Bidiuk, P. I., Hozhyi, O. P., & Korshevniuk, L. O. (2012). *Kompiuterni systemy pidtrymky pryiniattia rishen* [Computer Decision Support Systems]. Mykolaiv — Kyiv [in Ukrainian].
12. Averbah, L. I., Voropaev, V. I., & Gel'rud, Ya. D. (2016). *Modelirovanie zadach planirovaniya i upravleniya proektami v usloviyah riska i neopredelennosti s ispol'zovaniem ciklicheskoj setевой modeli* [Modeling of tasks of planning and project management in conditions of risk and uncertainty using a cyclic network model]. Retrieved from <http://www.sovnet.ru/pages/casm2.doc.3-4> [in Russian].
13. Posadskaya, A. S. (2015). Formalizaciya zadach sistem setevogo planirovaniya s ispol'zovaniem apparata temporal'nykh logik [Formalization of the tasks of network planning systems using a temporal logic apparatus]. *Matematychni ta imitatsiine modeliuvannia system MODS 2016: Odynadtsiata mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia* (pp. 253—255). Chernihiv [in Russian].
14. Posadskaya, A. S. (2016). Metody parametriceskoj optimizacii na osnove GERT-setej [GERT-based parametric optimization methods]. *Matematychni ta imitatsiine modeliuvannia system MODS 2016: Odynadtsiata mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia — Mathematical and Model Modeling of MODS systems 2016: Thirty International Scientific and Practical Conference*. (pp. 444—446). Chernihiv [in Russian].
15. Dorner, M. G., & Zyryanov, A. A. (2014). Ocenka chislovykh harakteristik GERT-seti na osnove ekvivalentnykh preobrazovaniy [Estimation of the numerical characteristics of a GERT-network based on equivalent transformations]. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii — Educational resources and technologies*, 1 (4), 175—184 [in Russian].
16. Pritsker, A. A. A. (1979). *Modelling and analysis using Q-GERT networks*. New York — Wiley: Distributed by Halsted Press.
17. Alekseenko, P. D., Kazimir, V. V., & Posadskaya, A. S. (2016). Formalizaciya trebovaniy k setevym grafikam na yazyke temporal'noy logiki [Formalization of requirements for network graphics in the language of temporal logic]. *Novitni tekhnologii u naukovi diialnosti i navchalnomu protsesi: Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia studentiv, aspirantiv ta molodykh uchenykh — Newest technologies in scientific activity and educational process: All-Ukrainian scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists*. (pp. 83—84). Chernihiv [in Russian].
18. Posadskaya, A. S. (2014). Ispol'zovanie geneticheskikh algoritmov dlya resheniya zadach logistiki sel'skohozyajstvennogo predpriyatiya [Use of genetic algorithms for solving the problems of logistics of an agricultural enterprise]. *Matematychni ta imitatsiine modeliuvannia system MODS 2014: Deviata mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia — Mathematical and Model Modeling of MODS 2014: Abstracts of the Ninth International Scientific and Practical Conference*. (pp. 178—180). Chernihiv [in Russian].
19. Bilan, Yu. V., Nitsenko, V. S., & Samoilyk, Yu. V. (2017). Conceptual modeling of agri-food market development under economy's globalization. *Scientific bulletin of Polissia*, 3 (11), 1, 54—61. doi: 10.25140/2410-9576-2017-1-3(11)-54-61.

The article is recommended for printing 16.09.2019

© Levkina R. V., Kravchuk I. I.,
Sakhno I. V., Kramarenko K. M.,
Shevchenko A. A.