

ISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ
Satbayev University

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Satbayev University

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
Satbayev University

SERIES
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

2 (440)

MARCH – APRIL 2020

THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of geology and technical sciences scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of geology and technical sciences in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of geology and engineering sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы "ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы" ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді геология және техникалық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по геологии и техническим наукам для нашего сообщества.

Б а с р е д а к т о р ы
э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА академигі

И.К. Бейсембетов

Бас редакторының орынбасары

Жолтаев Г.Ж. проф., геол.-мин. ғ. докторы

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абаканов Т.Д. проф. (Қазақстан)
Абишева З.С. проф., академик (Қазақстан)
Агабеков В.Е. академик (Беларусь)
Алиев Т. проф., академик (Әзірбайжан)
Бакиров А.Б. проф., (Қырғызстан)
Беспәев Х.А. проф. (Қазақстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Қазақстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Қазақстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Тәжікстан)
Грэвис Р.М. проф. (АҚШ)
Ерғалиев Г.К. проф., академик (Қазақстан)
Жуков Н.М. проф. (Қазақстан)
Қожахметов С.М. проф., академик (Қазақстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Ресей)
Курскеев А.К. проф., академик (Қазақстан)
Курчавов А.М. проф., (Ресей)
Медеу А.Р. проф., академик (Қазақстан)
Мұхамеджанов М.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Нигматова С.А. проф. (Қазақстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Қазақстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Қазақстан)
Сейтов Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (АҚШ)
Штейнер М. проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
30.04.2010 ж. берілген №10892-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2020

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыр көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

Типографияның мекенжайы: «NurNaz GRACE», Алматы қ., Рысқұлов көш., 103.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д. э. н., профессор, академик НАН РК

И. К. Бейсембетов

Заместитель главного редактора

Жолтаев Г.Ж. проф., доктор геол.-мин. наук

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Абаканов Т.Д. проф. (Казахстан)
Абишева З.С. проф., академик (Казахстан)
Агабеков В.Е. академик (Беларусь)
Алиев Т. проф., академик (Азербайджан)
Бакиров А.Б. проф., (Кыргызстан)
Беспаяев Х.А. проф. (Казахстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Казахстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Казахстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Таджикистан)
Грэвис Р.М. проф. (США)
Ергалиев Г.К. проф., академик (Казахстан)
Жуков Н.М. проф. (Казахстан)
Кожаметов С.М. проф., академик (Казахстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Россия)
Курскеев А.К. проф., академик (Казахстан)
Курчавов А.М. проф., (Россия)
Медеу А.Р. проф., академик (Казахстан)
Мухамеджанов М.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Нигматова С.А. проф. (Казахстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Казахстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Казахстан)
Сейтов Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (США)
Штейнер М. проф. (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2020

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: «NurNaz GRACE», г. Алматы, ул. Рыскулова, 103.

E d i t o r i n c h i e f

doctor of Economics, professor, academician of NAS RK

I. K. Beisembetov

Deputy editor in chief

Zholtayev G.Zh. prof., dr. geol-min. sc.

E d i t o r i a l b o a r d:

Abakanov T.D. prof. (Kazakhstan)
Abisheva Z.S. prof., academician (Kazakhstan)
Agabekov V.Ye. academician (Belarus)
Aliyev T. prof., academician (Azerbaijan)
Bakirov A.B. prof., (Kyrgyzstan)
Bespayev Kh.A. prof. (Kazakhstan)
Bishimbayev V.K. prof., academician (Kazakhstan)
Buktukov N.S. prof., academician (Kazakhstan)
Bulat A.F. prof., academician (Ukraine)
Ganiyev I.N. prof., academician (Tadjikistan)
Gravis R.M. prof. (USA)
Yergaliev G.K. prof., academician (Kazakhstan)
Zhukov N.M. prof. (Kazakhstan)
Kozhakhmetov S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Kontorovich A.Ye. prof., academician (Russia)
Kurskeyev A.K. prof., academician (Kazakhstan)
Kurchavov A.M. prof., (Russia)
Medeu A.R. prof., academician (Kazakhstan)
Muhamedzhanov M.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nigmatova S.A. prof. (Kazakhstan)
Ozdoev S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Postolatii V. prof., academician (Moldova)
Rakishev B.R. prof., academician (Kazakhstan)
Seitov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Seitmuratova Ye.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Stepanets V.G. prof., (Germany)
Humphery G.D. prof. (USA)
Steiner M. prof. (Germany)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty).

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010.

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2020

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev

69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: «NurNaz GRACE», 103, Ryskulov str, Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 2, Number 440 (2020), 96 – 102

<https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.36>

V. A. Kornev¹, A. A. Makenov¹, A. H. Mashekenova¹, R. C. Radjabov²

¹East Kazakhstan State Technical University, D. Serikbayeva, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan;

²Tadzhik State University of Commerce, Dushanbe, Tajikistan.

E-mail: kornev.44@list.ru, makenov_a@mail.ru, assiya173@mail.ru, drrajab@mail.ru

QUALITY ASSESSMENT OF MULTI-PARAMETER CONTROL OF VEHICLE COMPLEX SYSTEMS EFFICIENCY

Abstract. The aim of the study is to quantify and predict the risks of diagnosing multi-parameter systems of vehicle

The object of research is the process of technical maintenance of multi-agent systems.

The subject of the research is the process of quantitative evaluation and prediction of the risks of working capacity in the process of diagnosing vehicle multi-parameter systems.

To achieve goal the following aim is fulfilled in the article: sources of errors on the trajectory of the formation of the total measurement uncertainty were identified on the example of monitoring phase parameters of diesel engine fuel supply. A vehicle is considered as a complex multi-parameter multi-agent system with feedback to restore system performance. The control process is accompanied by errors in the form of a false and undetected defect. Probable errors determine risks of two types: risk of vehicle health checker and risk of a customer. For a quantitative assessment of these risks random and simulation models have been developed. Models allow to investigate the influence of statistical characteristics of modeling agents on control risks. For the integral assessment of the quality of maintenance, a “fuzzy” model and algorithm were developed by the example of the “personnel quality” criterion. Reliability and effectiveness of modeling is tested by a computer experiment based on a simulation approach. The developed mathematical model and simulation algorithm are universal and can be used in various scientific and technical practical applications. The authors proposed a new multi-approach method for quantitative assessment of decision-making risks in a multi-parameter control and management system using differentiated and integral functional indicators of the object under study.

Key words: vehicle, agent, system, model, probability, control, process, diagnostics, standard, accuracy, errors, risks.

Introduction. The performance of a complex system is an integrated composition of functional indicators taking into account the effects of the external environment [1-5]. The performance of the vehicle in accordance with the maintenance regulations is subject to periodic monitoring in order to quantify the compliance with the established standards (tolerances) of the current measured values of some of the most important technical and economic processes. From the stages of the car's life cycle, this paper considers the stage of its operation. From the point of view of system dynamics, this stage is a set of complex interconnected multi-agent processes United by a single goal [6]. In this composition of processes, it is necessary to distinguish the maintenance process (maintenance), which largely determines the economic, environmental and social indicators of vehicles. The main task is to maintain the operational reliability of the vehicle in the broad context of this requirement [7].

The maintenance process relies on knowledge from such subject areas as: mathematics, economics, management, diagnostics, ecology, computer science, artificial intelligence, etc. In this context, “agents” combine such properties and concepts as: software - hardware, technologically target entity; joint solution of a common problem through aggregation systems; inter-agent exchange of information and knowledge; providing local and aggregate robustness; modularity; system scalability and adaptability; multipath in the process of formalizing the functionality of agents; system openness [8,9].

The control system and support of the operational reliability of a vehicle should contain a monitoring that includes procedures (subprocesses) of measurement, comparison of the measured value with the

normative meaning and decision making [9]. The process of managing the operational reliability of a vehicle consists at least from the following agents: the object of control, control, analysis, decision-making and the agent for restoring the regulated functionality. The controlled parameters may have value of a specific physical quantity that in real conditions has a probabilistic nature, and be approximated by some distribution law $f(x)$. If it is not possible to measure a physical parameter directly we need to control its derivative called a diagnostic parameter S , which also has a probabilistic nature with a distribution density function $f(S)$ [10].

Scientific problem. The measurement procedure in modern industrial and social technologies is often carried out by instrumental means, expert methods or their combination with technical means, and in some cases, especially in the control loop based on information systems that gives rise to the “human factor”.

It is traditionally considered that the determining factor in the assessment of the reliability of control is the measurement error. But as it shown above, control is a complex systemic composition of agents with non-linear characteristics. An important condition in many well-known technologies for diagnosing road transport is the absence of standards, but the recommended technical conditions for carrying out diagnostic work and the regulatory framework are based on statistical data that suffer extreme heterogeneity, which makes the results of monitoring substantially uncertain. All of this led to the idea to use uncertainty as a measure of accuracy [11,13].

Modern methods of integrated assessment of vehicle performance include the use of complex diagnostic systems. Diagnostic algorithm appears to be a fuzzy multiparameter process. In such systems, a differentiated approach is used to assess the diagnostic qualities of the parameters according to their informativeness about the technical and economic performance of the engine. They are: environmental friendliness, connection with vehicle operational safety and fuel consumption. It is usual to proceed from their own experience and preferences to determine the optimal set of diagnostic parameters, especially in practice. Some studies recommend to use the methods of expert assessments and to determine the weight of individual diagnostic parameters. Therefore, there is a need to use some integral indicators calculated by factor aggregates using the fuzzy sets apparatus, leaned on linguistic qualitative assessments [9].

Research methods. A systematic approach was used as a methodological base for research. Within the scope of theoretical studies, scientific hypotheses were put forward, the purpose, criteria and objectives of research were determined. Formalization tool like a multi-approach methodology involving expert estimation, the theory of fuzzy sets, mathematical statistics, agent-based and simulation modeling are suggested. A wide range of sections including mathematical apparatus is because the task has a semi-structured and multifactorial type and the modeling is carried out under conditions of statistical uncertainty.

Research result. The model of structural uncertainty, based on the example of measuring the most important diagnostic parameter of a diesel engine - the fuel injection advance angle, is formed by the following sources: σ_1 - error of applying the base mark (marks on the crankshaft pulley); σ_2 - the error of applying the base label (marks on the crankcase); σ_3 - TDM sensor installation error; σ_4 - the error determined by the instability of the speed mode of rotation of the engine crankshaft; σ_5 - error due to the dynamic instability of the fuel supply process; σ_6 - error of visual fixation of dynamic marks (in stroboscopic measurements); σ_7 - error of reading information (in analog devices).

These structural components are of a statistical nature, independent and uncorrelated. The first two uncertainties are determined by factory documentation. Then, the resulting uncertainty is estimated from the expression $\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\{\sigma_i^2\}}$.

Control risk modeling with one limit standards. Let's consider some conventional complex multi-parameter system quality control. As functional processes, measurement and decision making are investigated. In this task, the control process is considered as a multi-agent system, where agents should be distinguished: agent - external environment; agent - object of control; agent - the measurement process; agent - standard consumption; agent - decision making system.

Process quality indicators, according to existing technical regulations, should not exceed some of the permissible standards. Standards (limits) can be one-sided (top or bottom) and two-sided. The case of two-sided limitation is called limiting.

Mandatory control procedure is measurement. Measurement is considered as an independent agent, which possesses characteristics independent in the control process - the distribution law and the

corresponding statistical characteristics. During the research of a multi-agent system, these characteristics may vary in order to find the optimal values. This approach is applicable and to other agents.

The term and technological procedure “measurement” in this context can be understood broadly for any object (parameter, process, event) regardless of its nature [12]. Under the measuring instruments (meter, “device”) there can be physical instruments, instruments and methods of measurement, methods and resources for identifying data on documents, the subject and the resources used to identify the necessary information. The result of the measurement is always a number (or a set of numbers), giving a quantitative estimate of the measured value in some pre-selected units. The set of measurement results is the set of numbers from a certain range of possible values.

As shown above, control is a sequence of measurement procedures, comparing the measured value with the standards and making decisions based on the principle “a controlled object is suitable”, “a controlled object is unsuitable”. The final decision "suitable-unsuitable", as a rule, generally accepted by man.

Due to the fact that the measurement process is accompanied by random errors, control errors occur. Control errors are usually divided as false and undetected defects (false and undetected failures). Quantitatively, these errors are estimated by the corresponding probabilities, in this case, P_{fd} is the probability of a false defect and P_{ud} is the probability of an undetected defect. These probabilities are also sometimes given a sense of the risks of the producer of the work and the customer of the work, respectively.

In this way, initially there arises the general task of developing mathematical models for the quantitative estimation of these errors (risks) as a function of the statistical characteristics of all components of the multi-agent model: measurements, standards, and decision-making procedures. At the first stage of modeling it is considered that the standards are deterministic values.

For an integral assessment of the quality of measurement information, reliability as an indicator is often used. The reliability of the control is the degree of confidence that the measured values truly reflect the object's state of interest [9]. The expression for assessing the reliability is as follows:

$$D = 1 - (P_{fd} - P_{ud}).$$

The case of a single-limit restriction of the controlled parameter S “from below” by the standard S_n will be considered as the first variant of the model. From a probabilistic point of view, we will be interested in two events:

- the true value of the parameter is higher than the standard ($S_i > S_n$), i.e., the monitored parameter is normal (fit), and the measured value as a result of random error turned out to be lower than the standard ($S_{imeasur} < S_n$) (not valid), which is a false marriage;
- the true value of the parameter is lower than the standard ($S_i < S_n$), i.e., the monitored parameter is in the "invalid" field, and the measured value as a result of random error turned out to be higher than the standard ($S_{imeasur} > S_n$) (valid), which is an undetected marriage.

Initially assumed that distribution densities of the monitored parameter $f(S)$ and random error $j(y)$ are approximated by normal laws. Then the expressions for estimating the probabilities R_{lb} and R_{nb} will have the following form.

$$P_{fd} = \sum_{t=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_i}^{t_{i+1}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{z_i} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (1)$$

The expression for estimating undetected defect P_{nb} will be:

$$P_{ud} = \sum_{t=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_i}^{t_{i+1}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{z_i}^{+\infty} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (2)$$

The variable t is a centered variable with respect to the average value of the monitored parameter and normalized with respect to the standard deviation (uncertainty). The variable z is the normalized quantity with respect to the standard deviation of the density function of the measurement error distribution.

Analytical models (1) and (2) allow to investigate and quantify the impact of all statistical characteristics of the control system on the likely risks of P_{fd} , P_{ud} and reliability D .

In the study of more complex processes, such as tolerance control, the probabilistic model is burdened by additional sources of computational errors. In this case, the most acceptable and effective method for modeling control errors under tolerance standards, as established by the authors, is the use of simulation modeling. The simulation model algorithm for this case contains:

The first block is the input of the initial statistical characteristics of the laws of distribution and the number of simulation cycles - N . The second, third and fourth blocks, as follows from the explanations in the blocks, are random number generators. Blocks 5 and 6 contain the logical condition IF (branching) $V_l < V_i < V_u$ and $V_l < V_{imea} < V_u$.

Blocks 7 and 9 are event counters. In block 10, the calculation of the risks of R_{fd} and R_{ud} is carried out, and in block 11, the integral indicator of the quality of control is calculated - reliability.

In the results of a computer experiment, it was found that the probability of a false defect of R_{fd} is most affected. If the value of measurement uncertainty σ_ϕ is comparable with the value of σ_s , the risk can reach 25%. At the same time, it was found that the impact of variation in standards on reliability is significantly higher than the effect of measurement uncertainties. Analysis of the simulation data showed that the systematic relationship of the statistical characteristics of the process and control parameters leads to non-linear results and eliminates the possibility of linear quantitative predictions of reliability and control risks. Effective design of such systems is provided by formal methods implemented in the form of software applications. The results obtained are extremely important when choosing alternatives in the control paradigm, it means which one should prefer the accuracy parameters of the instruments or the regulatory framework.

Based on the research results, the following conclusions can be drawn:

To control the quality of decision making in a complex multi-parameter system, to increase the reliability and efficiency of this process, it is necessary to involve formal mathematical and simulation methods. In the quality management of multi parameter systems, the control process plays a crucial role, at which stage management risks are formed. It is rational to control by two algorithms: differentiated according to the set of indicators of the quality of system functioning and on the basis of an integral indicator that aggregates differentiated estimates in the form of convolution. The control contains procedures: measurements, comparison of the measured result with the standard, decision making. Risks are control errors and are quantified by the probability of a false defect and the probability of an undetected marriage. For the quantitative measurement of control errors in the work, probabilistic and simulation models of estimating confidence, as well as false and undetected defects are proposed. For theoretical modeling and practical use in the design of complex diagnostic systems, a software package has been developed. The results of computer simulation showed the following:

1. The analysis of computer-aided customer risk assessment data also confirms the presence on the surface of the response line of the maximum, passing for the case of a normal distribution of Y and S at values of 10.58%, 16.5%, 25.95%, 27.05%, 29.63%, 31.3%. For the case of the distribution of Y under the normal, and S under the uniform laws, the maximum values are 5.5%, 11.5%, 14.5%, 16.9%, 18.8%, 21.3%.

2. Simulation of the manufacturer's risk level confirms that there is a maximum value that corresponds to the values of 10.85%, 19.25%, 23.9%, 28.85%, 30.8%, 34%, but for the values of S_{av} , equal to 1.3 and 1.4. For the case of a normal distribution of Y and a uniform distribution of S , the maximum values are 5.9%, 12.4%, 19.4%, 25%, 29.6%, 29.7%, respectively, to the levels of variation indicated above. The maximum corresponds to the average value of S , equal to 1.5.

3. The loss level for the uniform distribution law S is lower than for the normal law and the maximum value shifts towards a larger value of the average value S , which has a certain economic meaning in the process of implementing the decisions. The mathematical explanation of the presence of mini - max levels can be considered as a consequence of the conjugation of two smooth nonlinear forms, as a result of which a third, clearly nonlinear form is generated.

В. А. Корнев¹, А. А. Макенов¹, А. Х. Машекенова¹, Р. К. Раджабов²

¹Д. Серікбаев атындағы Шығыс-Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті, Өскемен, Қазақстан;

²Тәжик мемлекеттік университеті, Душанбе, Тәжікстан

АВТОМОБИЛЬДІҢ КҮРДЕЛІ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖҰМЫСҚА ҚАБІЛЕТТІЛІГІНІҢ МУЛЬТИКӨРСЕТКІШТІК БАҚЫЛАУЫНЫҢ САПАСЫН БАҒАЛАУ

Аннотация. *Зерттеудің мақсаты* автомобиль жүйелерінің көпкөрсеткіштік диагностикалауының тәуекелдігін болжау мен сандық бағалау болып табылады.

Зерттеудің нысаны көпагенттік жүйелердің техникалық қамтамасыз етуінің үрдісі болып табылады.

Зерттеудің пәні автомобильдің көпкөрсеткіштік жүйелерін диагностикалау үрдісіндегі жұмысқа қабілеттілікті бақылау тәуекелдігін болжау мен сандық бағалау үрдісі болып табылады.

Қойылған мақсатқа жету үшін мақалада міндеттер шешілді: дизель қозғалтқышының отын беруінің фазалық көрсеткіштерін бақылау мысалында өлшеудің жиынтық белгісіздігін қалыптастыру траекториясында дәлсіздік көздерін анықтаған.

Техникалық қызмет көрсету регламенттеріне сәйкес автомобильдің жұмысқа қабілеттілігі кейбір неғұрлым маңызды техникалық-экономикалық үрдістердің ағымдағы өлшенетін мәндерінің белгіленген нормативтерге (рұқсаттарға) сәйкестігін сандық бағалау мақсатында ағымдық бақылауға жатады. Бұл жұмыста автомобильдің өмірлік циклінің кезеңдерінен оны пайдалану кезеңі қарастырылады.

Бақылау үрдісінің алгоритмі бақыланатын көрсеткіштің қасиеттері мен мәндеріне, нормативтік мәндерге, талдау әдісі мен құралдарына және шешім қабылдау жүйесіне байланысты болады. Егер нормативтік функцияларды қалпына келтіру қажеттігі туралы шешім қабылданса, онда объектіге кері байланыс нысанында реттеу (түзету) әсері қолданылады. Кері байланыс барлық техникалық қызмет көрсету үрдісінің түпкілікті нәтижелілігін анықтайды, өйткені кері байланыссыз басқару барлық мағынасын жоғалтады және болып жатқан жағдайды жай ғана ойлауға айналады.

Автомобильге техникалық қызмет көрсетудің соңғы нәтижесі пайдалану сенімділігін арттыруға, экологиялық қауіптілікті төмендетуге және үнемділігін арттыруға бағытталуы тиіс. Көпкөрсеткіштік диагностика осы міндеттерді шешудегі тиімді құрал болып табылады. Сонымен қатар, жоғарыда көрсетілген өлшемдер бойынша диагностикалық кешенді объективті таңдау әдістемесі іс жүзінде жоқ. Келтірілген мәселе бойынша шешім қабылдаудың объективтілігі мен сапасы қолда бар техникалық базаны пайдалану тәуекелдерін бағалауға және зерттелетін мәселені шешуде инновациялық техникалық-ұйымдастырушылық тәсілдерді енгізу кезінде оларды болжауға мүмкіндік беретін формальды құралдарды енгізу жолымен жоғарылауы мүмкін.

Күрделі көпкөрсеткіштік жүйеде шешім қабылдау сапасын басқару, осы үрдістің нақтылығы мен жеделдігін арттыру үшін формальды математикалық және имитациялық әдістерді тарту қажет. Көпкөрсеткіштік жүйелердің сапасын басқаруда бақылау үрдісі шешуші рөл атқарады, оның кезеңінде басқару тәуекелдері қалыптасады.

Автомобиль, жүйенің жұмысқа қабілеттілігін қайта қалпына келтіру мақсатында кері байланысы бар күрделі көпкөрсеткіштердің көпагенттік жүйе ретінде қарастырылады. Бақылау үрдісіне жалған және табылмаған ақау түріндегі қателер жатады. Ықтимал қателер екі түрдегі тәуекелдерді анықтайды: диагностикалық жұмыстарды өндірушінің тәуекелі және жұмыстарға тапсырыс берушінің тәуекелі. Көрсетілген тәуекелдерді сандық бағалау үшін ықтималдық және имитациялық үлгілер жасалынды. Үлгілер үлгілеу агенттерінің статистикалық сипаттамаларының бақылау тәуекелдеріне әсерін зерттеуге мүмкіндік береді. Техникалық қызмет көрсету жүйесінің сапасын интегралдық бағалау үшін «анық емес» үлгі және «персоналдың сапасы» критерийі мысалында алгоритм әзірленді. Үлгілеудің дұрыстығы мен нәтижелілігі имитациялық тәсіл негізінде компьютерлік экспериментпен тестіленеді. Әзірленген математикалық үлгі және имитациялық алгоритм әмбебап сипатқа ие және әртүрлі ғылыми-техникалық тәжірибелік қосымшаларда қолданылуы мүмкін. Авторлармен зерттелетін объектінің дифференциалды және интегралды функционалдық көрсеткіштері бойынша көппараметрлік бақылау және басқару жүйесінде шешім қабылдау тәуекелдерін сандық бағалаудың жаңа көптәсілді әдістемесі ұсынылды.

Түйін сөздер: автокөлік, агент, жүйе, үлгі, ықтимал, бақылау, үрдіс, диагностика, нормативті, шынайы, қателер, тәуекел.

В. А. Корнев¹, А. А. Макенов¹, А. Х. Машекенова¹, Р. К. Раджабов²

¹Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Казахстан;

²Таджикский государственный университет, Душанбе, Таджикистан

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МУЛЬТИПАМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ

Аннотация. *Целью исследования* является количественная оценка и прогнозирование рисков диагностирования многопараметрических систем автомобиля.

Объектом исследования является процесс технического обслуживания многоагентных систем.

Предметом исследования является процесс количественной оценки и прогнозирования рисков контроля работоспособности в процессе диагностирования многопараметрических систем автомобиля.

Для достижения поставленной цели в статье решены задачи: выявление источников погрешностей на траектории формирования суммарной неопределенности измерения на примере контроля фазовых параметров топливopодачи дизельного двигателя.

Работоспособность автомобиля в соответствии с регламентами технического обслуживания подлежат периодическому контролю с целью количественной оценки на соответствие установленным нормативам (допускам) текущих измеряемых значений некоторых наиболее важных технико-экономических процессов. Из этапов жизненного цикла автомобиля в данной работе рассматривается этап его эксплуатации.

Алгоритм процесса контроля зависит от свойств и значений контролируемого параметра, нормативных значений, метода и средств анализа и системы принятия решения. Если принимается решение о необходимости восстановления нормативных функций, то предпринимаются регулировочные (корректирующие) воздействия на объект в форме обратной связи. Обратная связь определяет конечную результативность всего процесса технического обслуживания, так как без обратной связи управление теряет всякий смысл и превращается в созерцание происходящего.

Конечный результат технического обслуживания автомобиля должен быть нацелен на повышение эксплуатационной надежности, снижения экологической опасности и повышения экономичности. Многопараметрическая диагностика является в некотором объеме эффективным инструментом в решении этих задач. Вместе с тем, методика объективного выбора диагностического комплекса по указанным выше критериям практически отсутствует. Объективность и качество принятия решения по приведенной проблематике может быть повышены путем внедрения формальных инструментов, которые предоставят возможность оценивать риски использования имеющейся технической базы и прогнозировать их при внедрении инновационных технико-организационных подходов в решение исследуемой проблемы.

Для управления качеством принятия решений в сложной многопараметрической системе, повышения достоверности и оперативности этого процесса необходимо привлекать формальные математические и имитационные методы. В управлении качеством многопараметрических систем решающую роль играет процесс контроля, на этапе которого формируются риски управления.

Автомобиль рассматривается как сложная многопараметрическая многоагентная система с обратной связью с целью восстановления работоспособности системы. Процессу контроля сопутствуют ошибки в форме ложного и необнаруженного брака. Вероятные ошибки определяют риски двух типов: риск производителя диагностических работ и риск заказчика работ. Для количественной оценки указанных рисков разработаны вероятностные и имитационные модели. Модели позволяют исследовать влияние статистических характеристик агентов моделирования на риски контроля. Для интегральной оценки качества системы технического обслуживания разработана «нечеткая» модель и алгоритм на примере критерия - «качество персонала». Достоверность и результативность моделирования тестируется компьютерным экспериментом на базе имитационного подхода. Разработанная математическая модель и имитационный алгоритм носят универсальный характер и могут использоваться в различных научно-технических практических приложениях. Авторами предложена новая многоподходная методика количественного оценивания рисков принятия решений в многопараметрической системе контроля и управления по дифференцированным и интегральным функциональным показателям исследуемого объекта.

Ключевые слова: автомобиль, агент, система, модель, вероятность, контроль, процесс, диагностика, норматив, достоверность, ошибки, риски.

Information about the authors:

Kornev Vyacheslav Andreevich, Candidate of Technical Sciences, Professor of the department «Instrument Engineering and Technology Automation», D. Serikbayev East Kazakhstan state technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; kornev.44@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0151-0905>

Makenov Altay Abylayevich, Candidate of Technical Sciences, Professor of the department «Mechanical engineering» D. Serikbayev East Kazakhstan state technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; makenov_a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6702-0212>

Mashekenova Assiya Hassenovna, Candidate of Technical Sciences, Head of the sub-department «Mechanical engineering» D. Serikbayev East Kazakhstan state technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan; assiya173@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3556-3033>

Radjabov Rajat Cuchacovich, Doctor of Economics Sciences, Professor, vice-rector for scientific work Tadzhiik State University of Commerce, Dushanbe, Tajikistan; drrajab@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8115-4295>

REFERENCES

[1] Viktorova V.S. Models and methods for calculating the reliability of technical systems / V.S. Viktorova, A.S. Stepanyants. M.: URSS Publishing Group, LENAND LLC, 2016. 256 p.

[2] Dillon B. Engineering methods for ensuring the reliability of systems: Trans. from English / B. Dillon, C. Singh. M.: Mir, 1984. 318 p.

[3] Konesov S.G., Khaziyev R.T. Methods for assessing the reliability of complex components and systems // Modern problems of science and education. 2015. N 1-1; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?Id=17558> (appeal date 09/28/2018)

[4] Shishmarev V.Yu. Reliability of technical systems: Reliability of technical systems: Textbook for universities / V.Yu. Shishmarev. M.: ITS "Academy", 2010. 304 p.

[5] Henley E.J. Reliability of technical systems and risk assessment / E.J. Henley, H. Kumamoto. M.: Mashinostroenie, 1984. 528 p.

[6] Birolini A. (2010) Reliability Engineering: Theory and Practice. 6th Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg, 2010. 610 p. ISBN: 978-3-642-14952-8

[7] Knutelska M. (2010) Evaluating The Operational Reliability of Road Vehicles. Proceeding of the X International Conference on Reliability and Statistics in Transportation and Communication, 20-23 October 2010, Riga, Latvia, P. 66-70. ISBN: 978-9984-818-34-4

[8] Kolowrocki K. (2014) Reliability of Large and Complex Systems. 2th edition. Elsevier, Heidelberg, 2014. 460 p. ISBN: 978-0-08-099949-4

[9] Kornev V.A., Makenov A.A. Modern methods of modeling decision-making processes in control systems: Monograph. Ust-Kamenogorsk: Publishing house of EKSTU, 2008. 148 p.

[10] Multi-agent system. https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-agent_system

[11] Radjabov R.K., Kornev V.A., Makenov A.A., Morozova O.V., Zubaidov S. Modeling microeconomics: Monograph. Dushanbe: Irfon, 2017. 332 p.

[12] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. (Guide to the expression of uncertainty of measurement) International Organization for Standardization, CHF 92. ISO, Case postale 56, CH-1211 Geneva, Switzerland.

[13] Akhmetov B.S., Akhmetov B.B., Lakhno V.A., Malyukov V.P. Adaptive model of mutual financial investment procedure control in cybersecurity systems of situational transport centers// Bulletin of national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Vol. 3, N 435 (2019), 159–172. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.82>. ISSN 2224-5278.

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)

<http://www.geolog-technical.kz/index.php/en/>

Редакторы *Д. С. Аленов, М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев*
Верстка *Д. А. Абрахимовой*

Подписано в печать 13.04.2020.
Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
13 п.л. Тираж 300. Заказ 2.