

ИИТ - 2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЁВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
АКАДЕМИЯ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ
(САМАРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ)**

**САМАРСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
ПО ПРОБЛЕМАМ МЕТОДОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА РАН**

**Международная
научно-техническая конференция**

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Advanced Information Technologies
and Scientific Computing**

4 – 6 декабря 2013 г.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ



САМАРА, 2013

УДК 004

Перспективные информационные технологии (ПИТ 2013):
труды Международной научно-технической конференции /
под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского
научного центра РАН, 2013. – 488 с.

**Advanced Information Technologies and Scientific Computing
(PIT 2013):** Proceedings of the International Scientific Conference /
Ed. S.A. Prokhorov, Russia, Samara: Samara Scientific Center of
RAS, 2013. – 488 p.

ISBN 978-5-93424-686-1

В сборник научных трудов включены доклады Международной научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии – 2013», проходившей с 4 по 6 декабря 2013 г. в Самарском государственном аэрокосмическом университете имени академика С.П. Королева (национальном исследовательском университете).

Рассмотрены актуальные проблемы создания автоматизированных систем научных исследований, информационных технологий высокопроизводительных вычислений, моделирования и анализа сложных технических систем, мультиагентных систем, информационных технологий в медицине и на транспорте, методик обучения и компьютерных обучающих программ, интеллектуальных информационных систем.

В рамках конференции ПИТ 2013 проведен семинар “Scientific computing” на английском языке.

Печатается по решению издательского совета
Самарского научного центра Российской академии наук

Редакционная коллегия

Прохоров С.А. – главный редактор;
Иващенко А.В. – ответственный редактор;
Востокин С.В., Дерябкин В.П., Еленев Д.В., Заболотнов Ю.М.,
Куликовских И.М., Михеева Т.И., Нестеров А.Ю., Солдатова О.П.

ISBN 978-5-93424-686-1

© Оргкомитет конференции, 2013
© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2013



SCIENTIFIC COMPUTING

Tarzan Legović

PRINCIPLES CONCERNING MAXIMUM SUSTAINABLE YIELD IN ECOSYSTEMS

(Division of Marine and Environmental research
Ruđer Bošković Institute, POB 180, Bijenička 54, HR-10002 Zagreb, Croatia)

Since the Johannesburg Implementation Plan, 2002, a number of legal documents started advocating the maximum sustainable yield (MSY) as a goal of fishery. The most recent is the EU Green Paper on Reform of the Common Fishery Policy (April 22, 2009) which advocates: "adoption of MSY as a management principle"

Review of recent results concerning application of MSY to ecosystems will be given. In particular: one population (well known); n- independent populations; prey-predator; food chains; n-competitors and n-mutualists. Results from analyzing particular food web models shed light on additional complexities. Finally, several principles are proposed for applying MSY policy to ecosystems. The key message is: applying MSY to top predators only, so that the harvesting effort is specific and adjusted to each predator population, is unlikely to compromise persistence of other species in an ecosystem, while for any other application of MSY, extinction of other species is likely to occur. Hence, in later cases application of MSY is not recommended. Instead one should resort to careful monitoring of fishing to sub-MSY intensity so that the persistence of other species is not compromised.

Branko Soucek

NATURAL PERCEPTUAL UNIVERSAL LAWS (PUL) – BRA = 3.6 MS; AMA = 25 MS; MA = 175 MS; BRAMA = 1225 MS – USED IN THE LIFE, BUSINESS AND SCIENTIFIC COMPUTING

(IRIS, Via Lupo Protospata, 10, 70126 BARI, Italy)

Abstract

BRA = 3.6 ms , AMA = 25 ms , MA = 175 ms , BRAMA =1225 ms are the natural perceptual universal laws explaining the animal and human cell brain, mind and sex.. They explain the neural and behavior time sequences and related waves. Equations are a set of harmonic waves , one for each possible frequency: 277 Hz ; 40 Hz (beta gamma range) ; 5.7 Hz (experience, consciousness) ; 0.6 Hz .Computer simulated flocks of Primary Oscillators are in a perfect match with the experimental data: the Evoked Potential EP records, including N400, triggered by verbal stimuli ;



the end plate potentials ; the katydid, firefly and bird nested calls and waves. Applications in the life, business and scientific computing: Better neural diagnosis, research and clinical methods. Cross data banks and related drug testing. Direct brain - computer interfaces ; mind reading machines ; thinking machines .High precision computerized experiments , simulation and system control.

Keywords: Perception ;Scientific Computing ; Neural Diagnosis. Brain - Mind Link ;Brain ;Mind ; Universal Law ; BRA ; AMA ; MA ; BRAMA ; Evoked Potential ; Mind - Computer Interface ; Mind Reading Machines ; Primary Oscillator ; Primary Waveform ; Intelligent Bio Informatics.

Introduction

The short term memory corresponds to the frequency of the alpha-theta range , 40 Hz: (HEBB 1949) , (KIHLMSTROM 1993) . The learning is related to the long term memories (KNOWLTON , SQUARE 1993) , (KOCH , DAVIS 1994) explain the awareness. (KUTAS , HILLYARD 1984) , measure the semantic N400 timing .(SOUCEK 1998) explains the link : quantum mind , evoked potential , N400 .(SOUCEK and the IRIS Group 1992) have introduced the fast computer learning . (SOUCEK and the IRIS Group 1992) are using the dynamic, genetic and chaotic programming. (SOUCEK 2008) presents the new cell, brain, mind, sex theory, in perfect match with the computerized experiments: insects, bird, mouse, human prefrontal cortex. (SOUCEK 2009) extends his theory to the life and business. (SOUCEK 2010) defines the Life Business Manifesto. (SOUCEK 2013) presents the universal laws, with the full text articles with long reference lists, figures, tables and mathematical equations.

This work shows the new experiments and compares the results with the old natural constants without dimension: **Archimed** $\pi = 3.14159 \dots$; **Euler** $e = 2.7182 \dots$ **Planck** , h . It is the quantum of action in quantum mechanics. It is a proportionality between the energy E of a proton and the frequency ν of its associated electromagnetic wave : $E = h \nu$.The light is quantized into packets of energy “photons “, $E = h \nu$.This is the PHYSICAL constant expressed in the quantum physics units ($h = 6.6260 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg/s}$). Planck h constant , is far from the quantum neural biology universal laws.

This work merges the new discoveries in the **natural** learning, memory, consciousness and probabilistic computing into **the perceptual universal laws, PUL**, with the dimensions in seconds, meters and Hz .The new perceptual universal laws explain the perceptual information transmission of messages in the quantum neural computing, as the origin of life and intelligence.

New natural universal laws open the door for **the advanced research and development**: clear neural diagnosis; better life and business, great precision; perceptual scientific computing and technology.

Primary oscillators, evoked potentials and understanding

In the brain, the flocks of agents interact, without the leader or central control. Like in the school of fish, flock of birds or colony of ants, the behavior is built from the bottom-up. The result is a never ending chaotic self-organization, information compression and quantizing .Most EP segments ask for elaborate approximation,



that involves two or several Primary Waveforms. In this case the waveforms collaborate in parallel or serially, to approximate the segment. For example the sum of three waveforms, properly shifted and scaled presents a good approximation of many complex EP segments. This includes EP triggered by verbal stimuli, containing so called N400 component. The closer in meaning the word is to expected sentence ending, the smaller the N400 wave. The sum of only three Primary Waveforms approximates the N400 wave and it is in excellent agreement with the experimental EP. The Primary Waveform is distributed across the entire EP record. Cutting such EP record into segments would result in a loss of essential parts of Primary waveform. For this reason the entire record is approximated with overlapped Primary Waveforms. What are the relations between Primary Waveforms and neural network structures and processes?. For a long time talking, language, thinking and abstract capacities were attributed to Broca's and Wernicke's areas in frontal region of the left side of cortex. Today neurology focuses also on other cortical and subcortical areas to support the language and talking, which are strictly related to thinking as well as to the memory. Positron-emission tomography and functional magnetic resonance imaging show that the most complex aspects of behavior are not regulated in a single part of the brain, but are based on a distributed support, quantum, dynamic space of agents and oscillators.

In the Quantum Mind dynamic space, flocks of agents generate flocks of concurrent sequences, composed of Primary Waveforms. The agents and the sequences interact, through chaotic self-organization. not more discernible in EP record. The resulting EP is not just a filtered sum of the activity of a large set of individual agents or oscillators. Instead, the agents space is determined by just a few dominant modes, binding the underlying agents. These dominant modes produce the dominant components in the recorded EP. N400 record has three dominant components in EP. These Primary Waveforms are related the process of perception. The brain is making hypotheses about the world, and it changes them when unexpected occurrences contradict these working models. The resulting adaptation or understanding is a locking procedure between dominant components: the selective attention; the unexpected hypotheses and the sensory data stream. These dominant components are partially visible in EP as the dominant Primary Waveforms. The resulting sequences form the BRAMA fractal, universal, natural constants:

BRA: BRAND THE FEATURES. Each 3.6 ms is responsible for one information element.

AMA: AMASS THE CHUNKS. Each 25 ms is responsible for one chunk and for associations within this chunk, in the short-term memory.

MA: MASTER THE ASSOCIATIONS. Each 175 ms is responsible for a class of associations with chunks that come from the long-term memory.

BRAMA: UNDERSTANDING. Finally, each 1225 ms is responsible for a high dimensional overall association and understanding.

The constants are related to their unique frequencies : 277 Hz ; 40 Hz (beta gamma range) ; 5.7 Hz (experience, consciousness, $1000 / 175 = 5.7$) ; 0.6 Hz.



The above time processes and constants des inhibit the structures of windows in the Quantum Mind Barrier. Structure in all levels is based on the 7 information windows: **perceptual universal laws**.

Self-organization of understanding, consciousness, emotions and knowledge

The animal and human life grows above the chemical logic (SOUCEK 2013).The life is intelligence .The origin of life and consciousness is in the genetic intelligence universe developed by chance. SO creates the fast evolution. This development within the cell and brain is based on the internal SO processes and languages .Adjusted to the drosophila fruit fly data, SO forms the GENIO fractal ,natural universal laws ,(SOUCEK 2009): GENIO = 1250 nm ; BRAG = 3,65 nm ; AMAG = 25.5 nm ; MAG = 178.5 nm ; GENIO =1250 nm.

Conclusion

What are the guiding forces that cause the axons of developing or regenerating nerve cells to grow, to travel long distances to their specific terminal stations, and among millions of cells to make contact with only a selected few? The answer is : the perception in the cell brain mind and sex ; natural ability to notice things with their senses ; quick to notice and react ; Perceptual natural universal laws. See Fig. 1 – 3.

The animal and human life grow above the chemical logic .The origin of life involves the natural intelligence, perceptual information transmission; perceptual universal laws PUL; including S/Q ,L/P ,T/M:

S/Q=SAMPLING / QUANTIZING, L/P = LOGIC /PROGRAMMING,
T/M=TRANSFORMATION/MAPPING.

Applications of natural perceptual universal laws in the life, business and scientific computing : Better neural diagnosis , research and clinical methods ; Cross data banks and related drug testing. Direct brain - computer interfaces ; Mind reading machines ; Thinking machines ; High precision computerized experiments, simulation and system control ; The proper use and accurate timing of the learning actions .Distance measurements to the moon and planets, with great precision.

Natural **conscious** Perceptual Universal Laws – PUL.

Perceptual Information Technology – PIL.

Take the discoveries from conscious PUL and modify them for PIL.

Combinations with the Perceptual Software (Intel 2013), cameras and micro-phones. “Your face and voice are your passwords “. **Conscious PIL**.

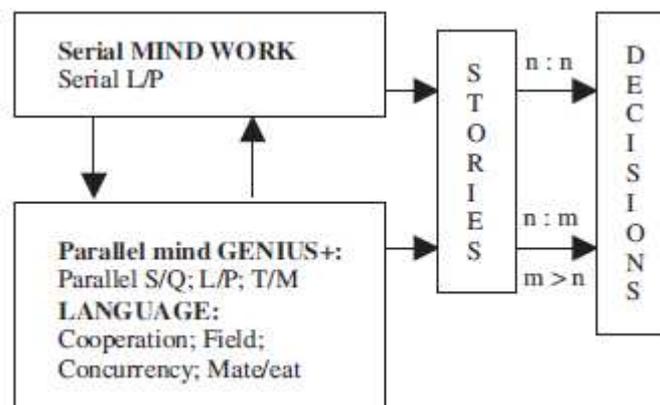


Fig. 1. Human language, decision

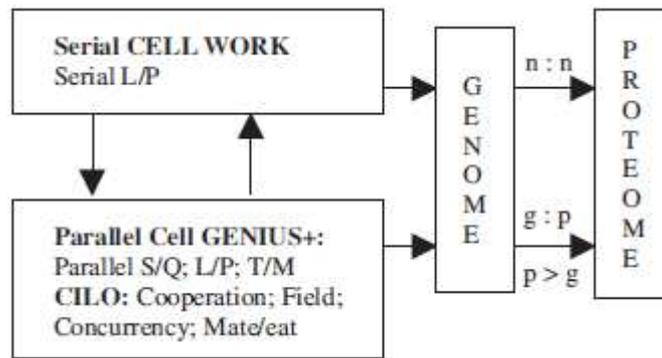


Fig. 2. Cell internal language organization CILO

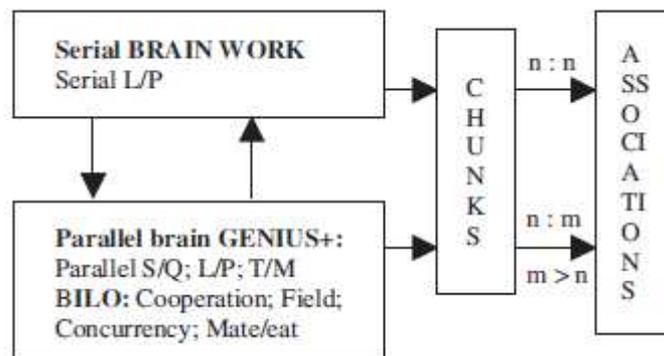


Fig. 3. Brain internal language organization BILO

References

- HEBB D.O., 1949. The Organization of Behavior. Wiley, New York.
- KIHLSTROM J.F., 1993. The Continuum of Consciousness. *Consciousness and Cognition* 2, pp. 334 – 354
- KOCH C., DAVIS J.L. (eds), 1994. Some Further Ideas, Regarding the Neuronal Bases of Awareness In Large Scale Neuronal Theories of the Brain. MIT Press, Cambridge, MA.
- KUTAS M., HILLYARD S.A., 1984. Brain Potentials During Reading Reflect Word Expectancy and Semantic Associations. *Nature* 307, pp. 161 – 163
- SOUCEK B., 1998. Quantum Mind – Evoked Potential Link. *Per . – Biol .* 100 (2). pp. 129 – 140
- SOUCEK B. and the IRIS Group, 1992. Fast learning and invariant object recognition, Wiley Inc. New York.
- SOUCEK B. and the IRIS Group, 1992. Dynamic, Genetic and Chaotic Programming, Wiley Inc. New York
- SOUCEK B., 2008. Self-Organization of Understanding, Consciousness, Emotions and Knowledge : Cell , Brain , Mind , Sex , Life . *Per . Biol .* 110 (1), pp. 3 – 10
- SOUCEK B., 2009. Better Life and Business based on the Cell, Brain, Mind and Sex Laws: LIFE BIZ. *Per . Biol .* 111(4), pp. 137 – 143
- SOUCEK B., 2010. LIFE BIZ Manifesto : Cell , Brain , Mind. Anesthesia and Operation of the World . *Per . Biol .* 112 (4), pp. 479 – 480



SOUCEK B., 2013 ,Better Life and Business – Cell ,Brain ,Mind and Sex Universal Laws, Bentham Science Publishers (e-book with the full size articles, figures, tables long lists of references)

S.A. Prokhorov, I.M. Kulikovskikh

NEW HANDBOOK ON ORTHOGONAL FUNCTIONS OF EXPONENTIAL TYPE AND ITS APPLICATIONS TO CREATE SMALL MEMORY PROGRAMS IN MOBILE TECHNOLOGIES

(Samara State Aerospace University, Samara, Russia)

At this time we release the first part of a book on basic orthogonal functions and its applications [1]. This paper has specific thing for specific readers such as applied mathematicians and programmers to create adequate models, effective algorithms, and source code adapted for small memory programming [2] to minimize computational costs. Nevertheless, the handbook includes new results related to theory of orthogonal polynomials and theory of Fourier series and has a profound academic interest. For this reason we hope that this book will be interested by wider audience.

There are plenty of handbooks that are devoted a special functions and orthogonal polynomials. The best known are: I.S. Gradshteyn, I.M. Ryzhik “Table of Integrals, Series, and Products” (2007); Y.A. Brychkov “Handbook of Special Functions: Derivatives, Integrals, Series and Other Formulas” (2008); NIST Handbook of mathematical functions (2010). However, this book presents some new definitions and concepts to extend theory of orthogonal functions in practical aspects.

The classical orthogonal polynomials [3] Laguerre $L_k^{(\alpha)}(\tau, \gamma)$ and orthogonal polynomials Jacobi $P_k^{(\alpha, \beta)}(\tau, \gamma)$, which are given on $\tau \in [0, \infty)$ by means of variable change of exponential type $\tau = f(x, \gamma)$, where γ is a scale parameter, we will call as basic orthogonal functions of exponential type. In this book we consider some new and well-known mathematical aspects of classical orthogonal functions as well. Basic advantage of the orthogonal functions is an approximation of functions on infinity that can provide very accurate results.

The effective algorithms included in the handbook presented as the following sections:

- 1) an analytical representation in time domain;
- 2) basic and extended orthogonality relations in time domain;
- 3) phase representations;
- 4) integral representations;
- 5) an analytical representation in frequency domain;
- 6) basic and extended orthogonality relations in frequency domain;
- 7) recurrence relations;
- 8) interrelations between basis functions;



- 9) generalized characteristics of functions;
- 10) an uncertainty principle.

Each of these sections includes the following points:

- basic concepts;
- sequence of numbered formulas;
- special cases;
- the plots for given function parameters.

As a result, the formulas that presented in the handbook was adapted as lightweight algorithms [4] and was tested to create mathematical models in Data Mining computer systems and small memory mobile applications based on Android, iOS as well. It should be noted that mobile version of the handbook was created to test computational costs of the lightweight algorithms [4] and was registered as certificates of software registration in Federal Institute for Industrial Property [5].

Acknowledgment

The authors wish to express his special thanks to Lev P. Usolcev for suggesting the topic of this book and for his continuous and helpful support.

References

1. Prokhorov S.A., Kulikovskikh I.M. *Basic orthogonal functions and its applications. Part I. Orthogonal functions of exponential type*, Samara Section of Russian Academy on Science, 2013. – 192 p.
2. Weir C., Noble J. *Small Memory Software: Patterns for systems with limited memory*, Addison Wesley, 2000.
3. Jackson D. *Fourier series and orthogonal polynomials*, The Mathematical Association of America, 1941.
4. Kulikovskikh I.M., Prokhorov S.A. *Some lightweight algorithms for scientific computing in mobile technologies*, Proceedings at the conference on Applied Mathematics and Scientific Computing, Croatia, Sibenik, 2013, – pp. 40 – 41.
5. Kulikovskikh I.M., Prokhorov S.A., Majorov A.P. *Handbook on orthogonal function and its applications based on Android: orthogonal function of exponential type*, certificates of software registration № 2013660124 d.d. 10.24.2013.

S.A. Prokhorov, Y.V. Solovyova

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF ORTHOGONAL MODELS CREATION RESULTS IN CASE OF DIFFERENT APPROACH APPLICATIONS TO THE ASSESSMENT OF CORRELATIVE SPECTRAL CHARACTERISTICS IN DIFFERENT ORTHOGONAL BASES

(Samara State Aerospace University, Samara, Russia)

The results of orthogonal models of correlative spectral characteristics creation are brought and analyzed in case of approximate and analytics-numerical approach



application to an assessment of expansion coefficients in the bases of Bessel, Laguerre, Jacobi, Legendre, Sonin-Laguerre, Dirichlet.

The creation of the correlative functions (CF) models and the spectral densities of power (SDP) is quite often carried out by means of orthogonal bases. Now in case of orthogonal models of the functional characteristics creation Laguerre, Legendre, Jacobi, Dirichlet orthogonal polynoms are used, as a rule. It is connected to that they are well studied and have explicit analytical idea. The choice of orthogonal base is one of the important and complex challenges the correct decision of which will depend the accuracy of the received results. In the article [1] the solution of the task of correlative spectral characteristics models creation with use of Bessel orthogonal functions of the first kind and of a zero order as system of basis functions is proposed.

The idea to use these functions as orthogonal base in case of the solution of tasks of approximate correlative spectrum analysis of accidental processes arose in connection with broad application of Bessel functions in different areas of mathematical physics, applied mathematics, optics and signal processing that is caused by a row of properties which they possess, including ability precisely to approach different functional dependences, and, in particular, fading oscillatory processes.

During carrying out the researches it was clarified that Bessel orthogonal functions have favorable approximate opportunities in comparison with earlier studied systems of basis functions, and their application as basis functions gives the chance to increase the accuracy of orthogonal models of correlative spectral characteristics of stationary accidental processes creation [1].

Bessel orthogonal functions give the best results in case of creation of the CF models of the oscillatory look gradually fading on an interval of existence. It is connected to that already the first Bessel weighed orthogonal functions much more closer match the form of analysable CF of this class, in comparison with other basis functions, that provides an admissible error of approximation with its minimum depth.

During the creation of orthogonal models of correlative spectral characteristics some algorithms of an assessment of coefficients of expansion were selected, the basic of which are: approximate [2], spectral and analytical [3], analytics-numerical approach [4]. Each of these approaches has merits and demerits.

The advantages of orthogonal models creation with the help of the approximate approach are [2]:

- 1) abbreviation of storable data volume;
- 2) the given algorithms and the structure of model parameters determination;
- 3) visualization and compactness of the received analytical expression, ease of visualization;
- 4) the possibility of analytical expression usage for further analytical researches and conversions for the purpose of obtaining the generalized probable characteristics.

As a disadvantage we can mark the impossibility of a row with required accuracy and arbitrary number of members creation owing to computing errors.

The advantages of the spectral and analytical method are [3]:



- 1) lowering of time expenditure in case of an assessment of orthogonal rowsexpansion and creation coefficients;
- 2) reduction of the volume of computing operations in case of an assessment of orthogonal rowsexpansion and creation coefficients.

The disadvantage is the necessity of carrying out operations with the estimates assuming existence of errors, including accidental since coefficients of expansion can't be calculated precisely, especially in case of creation of models of random functions (estimates of correlative and spectral characteristics).

The advantages of analytical approach are [4]:

- 1) lowering of time and resource expenditure on receiving the end result;
- 2) increasing of accuracy of an assessment of orthogonal rowscorrelative spectral characteristics.

It is possible to refer to a disadvantage the impossibility to use some orthogonal bases as mathematical apparatus due to the lack of their analytical representation.

Considering merits and demerits of these methods, the development of approximate approach to orthogonal models creation by adding of the new Bessel orthogonal base in the list of the functions which are already used in the approximate analysis of accidental processes is considered in this article.

Considering the situation described above, we will carry out comparing of algorithms of an assessment of coefficients of expansion in case of application of numerical approach in Laguerre, Legendre, Dirichlet bases; analytics-numerical approach in Laguerre, Jacobi bases, numerical approach in Besselbase.

As an example we will consider the task of creation of the CF model of ideal band noise:

$$f(\tau) = \frac{\sin(\Delta\omega_e\tau)}{\Delta\omega_e\tau} \cdot \cos(\omega_0\tau). \quad (1)$$

Let's construct the CF (1) model using the selected approaches to an assessment of correlative spectral characteristics in different orthogonal bases for $\Delta\omega_e = 0.5, \omega_0 = 5$ with the following data: sampling interval is $\Delta\tau = 0.09$, number of ordinates CF is $N = 300$, number of members of expansion of a row is $m = 150$.

Parameter values of scale and value of an error of the CF model creation (1) are given in table 1

$$\delta = \Delta \sqrt{\int_0^{\infty} (f(t))^2 \cdot \mu(\tau, \gamma) dt}$$

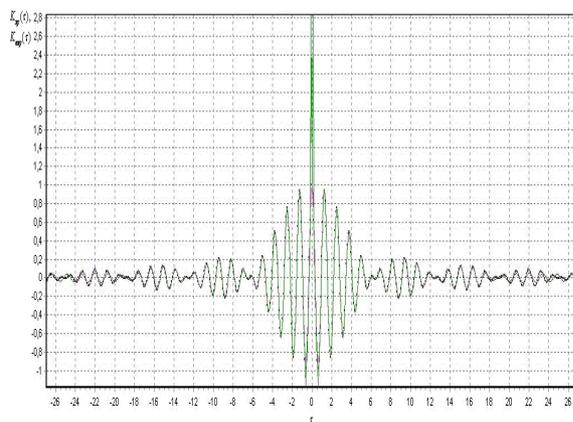
In the table we can see that the best result of approximation is received in Besselorthogonal base. The most closest result is received in Laguerre orthogonal base using numerical and analytical approach.

In the figure 1 graphic interpretation of the results of the CF (1) model creation in different orthogonal bases is provided in case of application of different techniques of creation. From the figure it is visible that on a graphics of results of approximation in base of Bessel there is no "burst" in a zero point, and also more exact approximation of the initial CF on all interval of its existence is watched that, in particular, is noticeable on "tails".

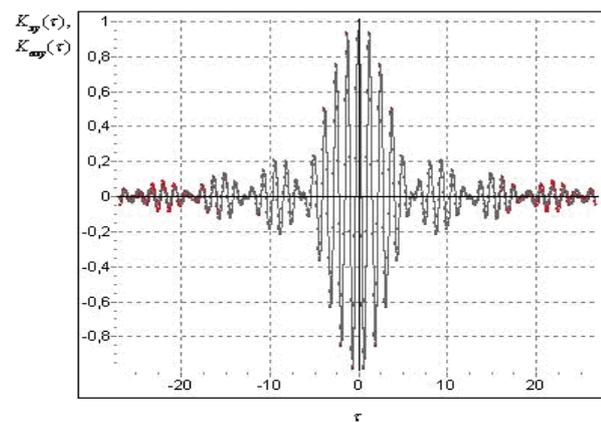


Table 1 – The quantitative assessment of results of creation of the CF (1) model using different approaches to an assessment of correlative spectral characteristics in different orthogonal bases

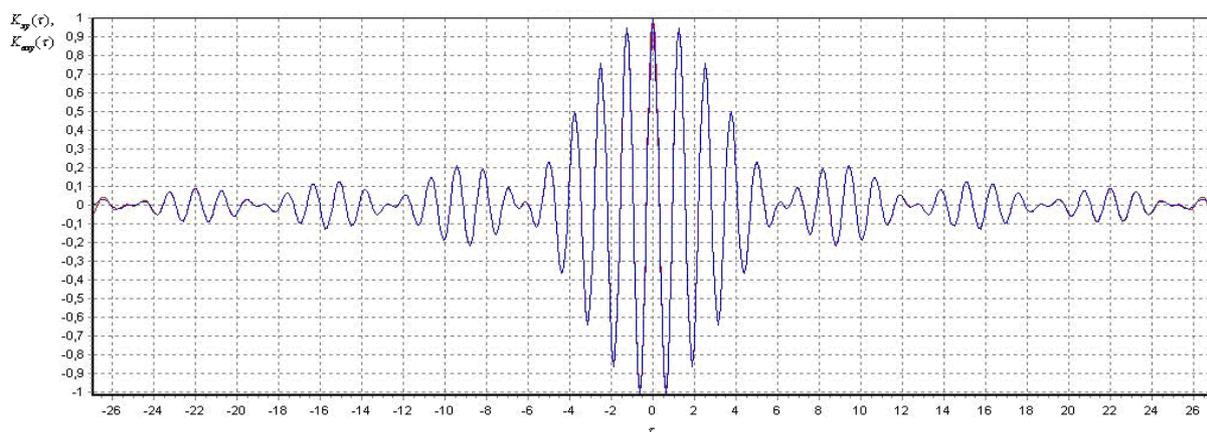
Orthogonal base and approach type	Scale parameter value γ	Approximation error δ
Bessel, numerical	0,029	0,04867
Laguerre, numerical	0,897	0,20476
Legendre, numerical	0,003	0,22425
Dirichlet, numerical	0,006	0,23729
Laguerre, analytics-numerical	4,444	0,06852
Legendre, analytics-numerical	0,015	0,09338
Jacobi(-0,5;0), analytics-numerical	0,015	0,09356
Jacobi(0,5;0), analytics-numerical	0,015	0,09329
Jacobi(1;0), analytics-numerical	0,029	0,09328
Jacobi(2;0), analytics-numerical	0,015	0,09336
Sonin-Laguerre(1;1), analytics-numerical	4,444	0,2003
Sonin-Laguerre(2;1), analytics-numerical	4,444	0,3514



a)



b)



c)

Fig. 1. Type of the CF models: a) in Laguerre orthogonal base in case of numerical approach; b) in Laguerre orthogonal base in case of analytics-numerical approach; c) in Bessel orthogonal base in case of numerical approach



Further we will consider the task of the CF model (2) creation:

$$f(\tau) = e^{-\alpha|\tau|} \cdot \cos(\omega_0\tau) \quad (2)$$

using the selected approaches with a small depth of approximation for $\omega_0/\alpha=5$ with the following data: sampling interval $\Delta\tau=0,08165$, number of ordinates CFs $N=150$, number of members of expansion of a row is $m=71$.

The model creation we will carry out with the use of algorithms estimates of coefficients of expansion in case of application of numerical approach in Besselbase and analytics-numerical approach in Laguerre bases which showed the best results in the previous experiment.

In a figure 2 graphic interpretation of the CF (2) model creation results in orthogonal base of Bessel with parameters is provided $\gamma=0,0708$ and $m=71$ in case of application of numerical algorithm (approximation error $\delta=0,0762$) and in Laguerre orthogonal base with parameters $\gamma=4,899$ and $m=71$ in case of application of numerical and analytical algorithm (approximation error $\delta=0,1115$).

The best result of approximation on the "relative error of approximation" parameter is received in Bessel orthogonal base.

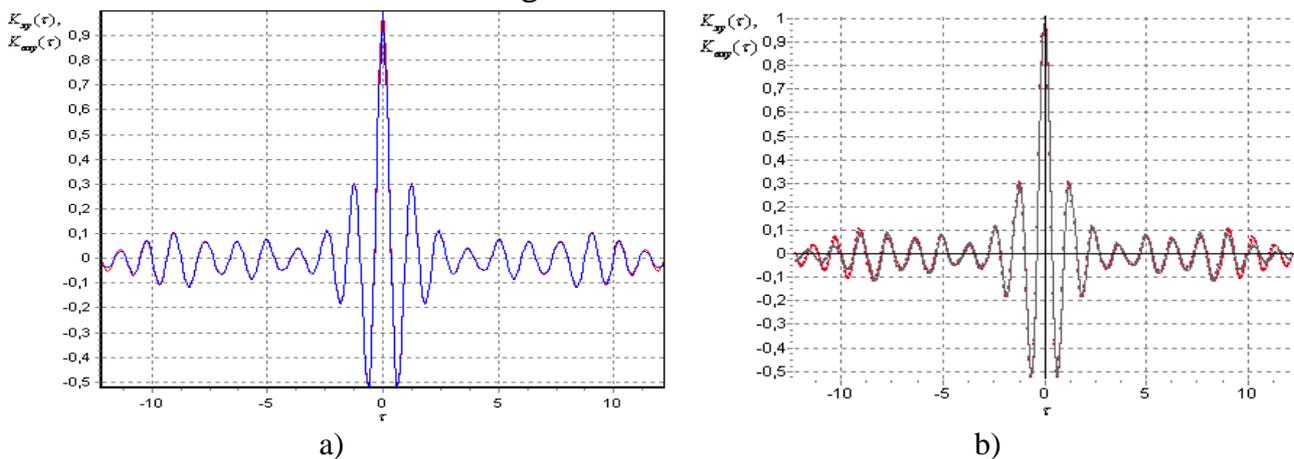


Fig. 2. Type of the CF models: a) in Bessel orthogonal base in case of numerical approach, an approximation error $\delta=0,0762$; b) in Laguerre orthogonal base in case of analytics-numerical approach, an approximation error $\delta=0,1115$

Application of Bessel orthogonal functions as basis in case of orthogonal models creation provides satisfaction of the given accuracy of approximation not only for described above CF class. It is connected to that the formula which is setting Bessel orthogonal functions, includes the scale parameter the change of which can change their properties noticeably. Scale parameter in case of Bessel orthogonal functions is included even into expression for weight function that allows to coordinate always practically the form of the weighed orthogonal functions with the form of CF arriving on processing.

As the confirming example, we will give the results of creation of the CF model of the signal given on a figure 3 with number of ordinates $N=1000$ and number of members of expansion of a row $m=500$.



In the figure 4 models of this CF are given in Besselorthogonal base with parameters $\gamma=7,9840$ and $m=500$ in case of numerical algorithm (approximation error $\delta=0,0139$) and in Laguerre orthogonal base with parameters $\gamma=4000$ and $m=500$ in case of analytics-numericalalgorithm (approximation error $\delta=0,0147$).

The best result of approximation on the "relative error of approximation" parameter is received in Besselorthogonal base.

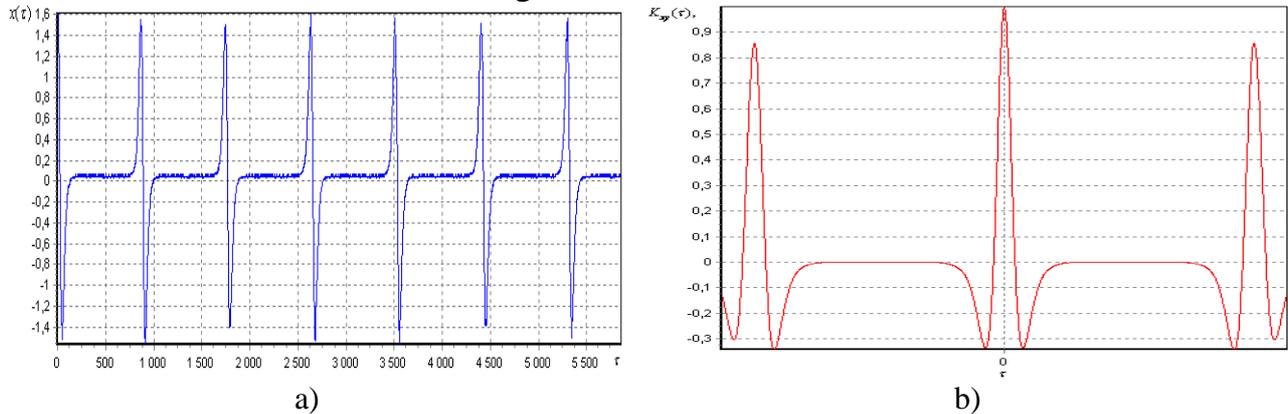


Fig. 3. Type of analysable characteristics: a) input signal; b) CF corresponding to a signal.

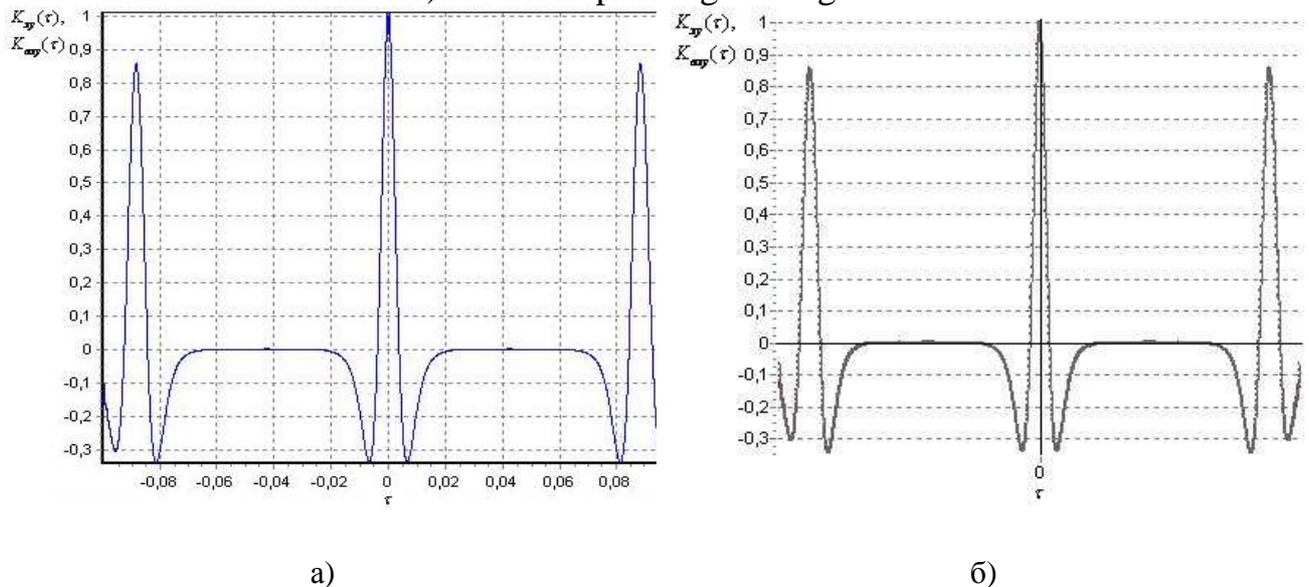


Fig. 4. Type of the CF models: a) in orthogonal base of Bessel in case of numerical approach, an approximation error; b) in Laguerre orthogonal base in case of analytics-numericalapproach, an approximation error $\delta=0,0147$

References

1. Solovyova Y.V. Methods, algorithms and complex of programs of the approximate - correlative spectrum analysis in orthogonal base of the Bessel: Dis. ... candidate of technical Sciences: 05.13.18: defended 27.06.2013: approved 21.10.2013. –Samara, 2013. – 116 p.
2. Prokhorov S.A. Approximate analysis of accidental processes /S.A. Prokhorov-the second edition, processed and added. –Samara: SSC RAS, 2001. – 380 p.



3. Dedus F.F. The generalized spectral and analytical method of processing of information arrays. Tasks of the analysis of images and image identification / F.F. Dedus, S.A. Makhorty, M.N. Ustinin, A.F. Dedus. –M.:Mashinostroenie, 1999. – 357 p.

4. Prokhorov S.A. Analytics-numerical approach to computation of integrals in case of creation of orthogonal models / S.A. Prokhorov, I.M. Kulikovskih // Vestnik SSTU Series of physical-mathematical science, 2009. – №2(19). – P.140-146.

S.A. Prokhorov

REVIEW ON B. SOUCEK

“Better Life and Business: Cell, Brain, Mind and Sex Universal Laws, Bentham Science Publishers: 2013, 214 p., eISBN: 978-1-60805-494-7”

The reviewed book “Better Life and Business: Cell, Brain, Mind and Sex Universal Laws” is written for the research in the technical, biological, and social systems. The major goal of the book is to establish a new discipline BRAINLIFE BIZ that helps to develop computer models for human and animal behavior. The book contains the significant results in the area of neuroscience and machine learning in general, which will enable to solve the problems of practical importance, for the most part, in the area of big data analysis.

The book contains 30 laws and 100 equations, which describe the processes in different systems: real-time data, acquisition systems, control systems, and transaction processing systems of the brain range. Soucek has introduced the concepts of MARKETBIZ and LIFE BIZ, which describe our behavior in business and in life very realistic and in great depth. Afterwards, to confirm his theory and mathematical models, the author carried out a lot of experiments with the animals and human.

Using principles of self-organizing makes it possible to establish new understanding of neuroscience as the science about behavior and state. It is noteworthy to mention that his name SOUCEK used as an acronym will make a list of elements of self-organizing systems: Self-Organizing of Understanding, Consciousness, Emotions and Knowledge.

Soucek worked as a professor of the Computer and Brain Networks at the Universities of Zagreb, New York and Arizona as well as a researcher and consultant for the NASA, IBM, and Siemens, Schering, Brookhaven National Laboratory, Institute Rudjer Boskovic. As a result he published more than 10 books about mini and microprocessors, computers and applications in Neurobiology and Behaviour, sixth generation computer technologies and so on. Professors and students in different countries have been using ideas from Soucek books published in English and translated into Croatian, Russian and Japanese.

I have had an excellent opportunity to work under professor Soucek’s supervision for one year at Zagreb University, Rudjer Boskovic Institute and inter-university centre of postgraduate studies at Dubrovnik at 1979-1980. Furthermore, Soucek ideas



about the event-train correlation that were described in his books I am using in my research and in doctoral study of my postgraduate students.

I'd like to stress very heavily. The reviewed book reveals the results of author's 50 years of experience. Each chapter in the book was previously published in *Periodicum Biologorum* from 1998-2010 years and received very positive feedback from different researchers. This book will be really useful for both professors and students, who are interested in the brain and computer science and its applications in Life and Business.

Anton Ivaschenko, Alfija Dijazitdinova

SCHEDULING BY CONDITIONS FOR TIME BASED REASONING

(Samara State Aerospace University, Povolzhskiy State University
of Telecommunications and Informatics, Samara, Russia)

Nowadays multi-agent technologies are being successfully applied in intelligent systems for resources scheduling and allocation. Especially good results are demonstrated in transportation logistics [1] where geographical constraints can be used for limitation of a number of iterations of agents' negotiation.

One of the main challenges in such systems is concerned with a compromise that needs to be found by a development team. From one side the agents should have freedom of interaction and no direct instructions can be given to them. From the other side the negotiation procedure should be open and comprehensible in order to make it possible for an operator to explain the results and manage the decision making process.

On of the perspective approaches of solving this contradiction is to introduce time management algorithms that are based on statistical analysis of event flows in the system. Events that happen in the system can characterize interaction with external environment (external events) or can be related to the messages that are sent between the agents (data exchange events). Both have irregular time intervals and can be described by non-equidistant time series.

Each agent as well as the operator (represented by the Center or the World agent) can analyze these time series, discover the strategies of negotiators and build its own strategy in the form of a schedule of limited data exchange. This approach intends a procedure of interaction, in which the agents don not exchange all the information that they have, but distribute it to portions, given at different time to different contractors.

In this paper we present a concept of such an approach captured in a technology of "scheduling by conditions", meaning time conditions primarily and illustrate how it can be implemented in peer-to-peer (P2P) outsourcing solution based on auctioning.

Modern integrated information space is a complex system with heterogeneous structure that includes various data bases, pieces of software, tools and systems for a



support of decision making. The users of all these components form a certain virtual community that has access to all information items and change its behavior in real time to adaptively react to the events that happen in a process of enterprise functioning. The process of decision makers' interaction is based on information, tasks and reports exchange and results in appearance of a new knowledge, tasks, schedules, and reports that in turn initiate new waves of interaction.

As soon as an enterprise information space can be treated as a complex network of continuously running and co-evolving intelligent agents, the whole solution has been based on holons paradigm and bio-inspired approach [2], which requires development of new methods and tools for supporting fundamental mechanisms of self-organization and evolution similar to living organisms (colonies of ants, swarms of bees, etc).

As soon as in information space there should be several autonomous intelligent systems (agents) [3, 4] to provide decision making support at different stages of enterprise business, there should be organized an effective interaction between them. These components should compete and cooperate, coordinate and adapt their behaviors, aggregate their services to users and take various requirements individually. Each event that occurs here can influence the whole network and needs a collaborative reaction from all dependable components which take into account personal objectives and constraints of each decision making member.

Due to such group behavior and to be able to function in real time this network of intelligent systems and their users should be considered as a complex system with evolvable dynamics and investigated from statistical point of view. Another one requirement for a decision making process based on the agents' negotiation is that the final decision can require a complicated and time consuming process of data exchange between the agents. This process should be treated as self organization of software agents and human operators, which form a heterogeneous information space. That's why it should be managed to reduce the negative effects of human and time factor and assure functioning in real time.

To provide such ability the software solution should consider special functionality for statistical analysis based on recent developments in cross-correlation analysis of non-equidistant time series [5]. The models and methods of such analysis were successfully probated in social management and can be reused for management of multi-agent negotiations.

Also in this area there can be used event processing techniques [6, 7] for an effective continuous processing of time sensitive data in control centers. This technology deals with the analysis of streams of continuously arriving events with the goal of identifying instances of predefined meaningful patterns (complex events). Event processing offers a variety of special operations that are applied on events (e.g., event filtering, projecting, aggregating, splitting, transforming etc.), and enables a special (the event-driven) interaction model.

In many cases however, real-time awareness provided by event processing is not sufficient; real time actions need to be triggered not only by events, but also upon evaluation of additional background knowledge [8, 9]. This knowledge captures se-



mantic metadata descriptions (the domain of interest), and the context related to critical actions and decisions. Its purpose is to be evaluated during detection of complex events in order to on-the-fly enrich events with relevant background information or to propose certain intelligent recommendations in real time.

Let us consider a generalized multi-agent world where tasks w_i (there can be orders, instructions or documents) are proceeded to decision makers represented by agents u_j . The objective of a task is to be proceeded by agents on time (particular KPI can be formulated as an early average absorption). The agents' objective is to receive the most corresponding tasks (with the highest relevance that can be calculated by a number of algorithms, e.g. see below).

Let us set the following task lifecycle events: w_i :

- $\varepsilon_i = \varepsilon(w_i, t_i^0)$ – appearance of w_i ;
- $e_{i,j} = e(w_i, u_j, t_{i,j})$ – incoming of w_i to u_j ;
- $e'_{i,j} = e'(w_i, u_j, t'_{i,j})$ – excluding of w_i from u_j view;
- $e''_{i,j} = e''(w_i, u_j, t''_{i,j})$ – execution of w_i start by u_j ;
- $\varepsilon'_{i,j} = \varepsilon'(w_i, u_j, t^*_{i,j})$ – execution of w_i done by u_j .

A semantic description of every task can be represented by tag cloud $T(w_i) = \{\{\tau_{i,k_w}, \omega_{i,k_w}\}\}$, where τ_{i,k_w} is a tag with a weight ω_{i,k_w} .

Relevance of a task to an agent can be described by an index:

$$R(w_i, u_j) = \sum_{k_w=1}^{M(w_i)} \sum_{k_u=1}^{M(u_j)} f(\omega_{i,k_w}, \omega_{j,k_u}) \cdot [\tau_{i,k_w} = \tau_{j,k_u}], \quad (1)$$

where a statement in [] returns 1 if true and 0 if false, and

$$f(\omega_{i,k_w}, \omega_{j,k_u}) = \min(\omega_{i,k_w}, \omega_{j,k_u}) - |\omega_{i,k_w} - \omega_{j,k_u}|. \quad (2)$$

Each agent can have an own behavior model, e.g. for a taxi driver the following objective can be reasonable:

$$\sum_{i=1}^{N_w} e''(w_i, u_j, t''_{i,j}) \cdot (t^*_{i,j} - t''_{i,j}) \rightarrow \max. \quad (3)$$

The scheduling problem can be formalized as:

$$\sum_{i=1}^{N_w} \sum_{j=1}^{N_u} \varepsilon(w_i, t_i^0) \cdot e''(w_i, u_j, t''_{i,j}) \cdot (t''_{i,j} - t_i^0) \rightarrow \min, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{N_w} \sum_{j=1}^{N_u} \varepsilon(w_i, t_i^0) \cdot e''(w_i, u_j, t''_{i,j}) \cdot (t''_{i,j} - t_i^0) \rightarrow \min, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{N_w} \sum_{j=1}^{N_u} e''(w_i, u_j, t''_{i,j}) \cdot R(w_i, u_j) \rightarrow \max, \quad (6)$$

$$\forall w_i : \sum_{k=1}^{N_u} \varepsilon(w_i, u_k, t^0_{i,k}) = 1, \sum_{j=1}^{N_u} e''(w_i, u_j, t''_{i,j}) = 1. \quad (7)$$



This problem cannot be solved by an optimization algorithm because of the specifics of problem domain: agents interact according to their own behavior model and tasks are received in real time.

To solve this problem we propose an approach based on scheduling by conditions. Let us consider a control system with input of $\varepsilon_{i,j}$ and output that contains $e''_{i,j}, e'_{i,j}$. Feedback can be formalized as a chain of events $e_{i,j}$ and $e'_{i,j}$. Note that $e''_{i,j}$ should always have a corresponding $e'_{i,j}$. To create these events a scheduling procedure should be implemented that prescribes a distribution of tasks between the agents across time.

As soon as the described events are represented by non equidistant time series, one can define a discretization interval Δt and determine a rhythmicity function:

$$\rho(J\Delta t) = \sum_{i=1}^{N_w} \sum_{j=1}^{N_u} (\varepsilon(w_i, t_i^0) \cdot e(w_i, u_j, t_{i,j}) \cdot \theta(J\Delta t - t_{i,j}) \cdot (1 - e'(w_i, u_j, t'_{i,j}) \theta(t'_{i,j} - (J+1)\Delta t))), \quad (8)$$

where $\theta(x)$ is a step function.

In case of regular event flow: $t^*_{i,j} = t''_{i,j} + \Delta t^*_{i,j}$, $t''_{i,j} = t_{i,j} + \Delta t^s_j + \zeta_{i,j}$:

$$\rho(J\Delta t) = \text{constanta}. \quad (9)$$

An architecture that implements the described approach is described on Fig. 1.

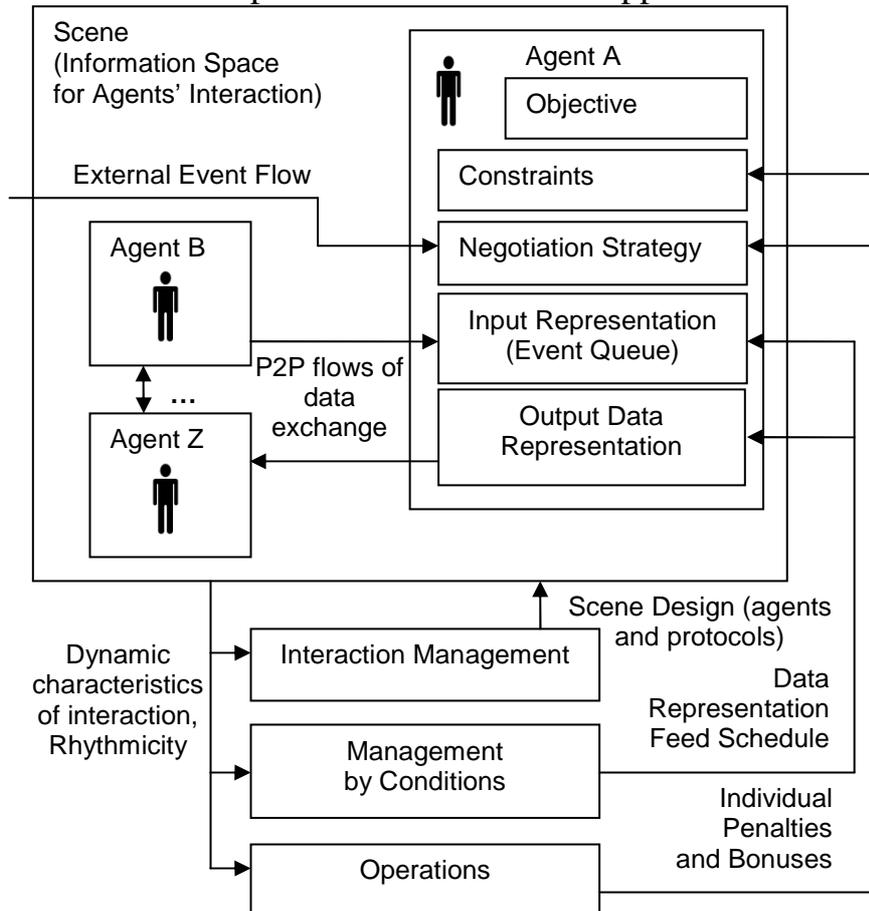


Fig. 1. An agents' world architecture for scheduling by conditions



In this paper we describe a solution for time based reasoning based on a technology of “scheduling by conditions”. The example is given for P2P outsourcing problem using iteration auctions with time-based regulation. This approach might be interesting for developers of multi-agent technologies for intelligent resources scheduling.

References

1. Glaschenko, A., Ivaschenko, A., Rzevski, G., Skobelev, P.: Multi-agent real time scheduling system for taxi companies. Proceedings of the 8-th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2009), Budapest, Hungary, pp. 29-36 (2009)
2. Leitao, P.: Holonic rationale and self-organization on design of complex evolvable systems”, HoloMAS 2009, LNAI 5696, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 1-12 (2009)
3. Gorodetskii, V.I.: Self-organization and multiagent systems: I. Models of multiagent self-organization. Journal of Computer and Systems Sciences International, Volume 51, Issue 2, pp. 256-281 (2012)
4. Gorodetskii, V.I.: Self-organization and multiagent systems: II. Applications and the development technology. Journal of Computer and Systems Sciences International, Volume 51, Issue 3, pp. 391-409 (2012)
5. Prokhorov, S. et al: Applied analysis of random processes, Samara Scientific Center of RAS, 582 p. (2007)
6. Anicic, D., Fodor, P., Rudolph, S., Stuhmer, R., Stojanovic, N., Studer, R.: A rule-based language for complex event processing and reasoning, P. Hitzler, T. Lukasiewicz (eds.), RR 2010, LNCS, vol. 6333, Springer, Heidelberg, pp. 42-57 (2010)
7. Anicic, D., Rudolph, S., Fodor, P., Stojanovic, N.: Stream Reasoning and Complex Event Processing in ETALIS, Semantic Web Journal, doi>10.3233/SW-2011-0053, Special Issue: Semantic Web Tools and Systems (2012)
8. Krämer, J., Seeger, B. Semantics and implementation of continuous sliding window queries over data streams. ACM Transactions on Database Systems, 34(1), pp. 1-49 (2009)
9. Artikis, A., Paliouras, G., Portet, F., Skarlatidis, A.: Logic-based representation, reasoning and machine learning for event recognition. In J. Bacon, P. R. Pietzuch, J. Sventek, & U. C. etintemel (Eds.), Proceedings of the 4th ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems. New York, NY, USA: ACM, DEBS'10, pp.282-293 (2010)



Sergey Inozemtsev, Anton Dmitriev

THE ESSENCE OF MAGENTA SCHEDULING SOLUTIONS FOR PRACTICAL APPLICATIONS

(Magenta Technology, London, UK, Development center in Samara, Russia)

Transportation management systems continue to be in demand; however, the effect of information systems implementation is limited. On the one hand, the software is assigned to provide service functions in order to help business to keep up with competitors. On the other hand, the use of transportation management systems is not a unique competitive advantage that may affect the company's competitive position on the market. The main purpose of Magenta Scheduling Solutions [1] is to provide a significant competitive advantage for transportation companies. We believe that this goal can be achieved through the synergy of three components:

- Modular architecture, which allows to customize the product for the unique requirements of a client;
- Multi-agent technology, which allows to solve the problem of complex transportation network planning;
- Implementation of new business principles of company management and complex systems management.

This article describes a new approach of management that was extracted from the Theory of Constraints (TOC) and implemented in our scheduling solutions.

Right target choice

Each organization strives to achieve a certain goal.

The key step in the design of our solutions was to choose the right target. Most transportation management systems set a goal to optimize resources. Magenta Technology has extensive experience in development and implementation of complex systems aimed to optimize logistics companies' resources. From our experience we have found that resources' optimization allows saving up to 10% of the expenditure, which does not give the company a significant competitive advantage.

It is also said in the Theory of constraints that it is necessary to shift the focus from resources optimization to achieving the "true" purpose for any company – the profit. For this reason, we set two goals when developing Scheduling Solutions: to optimize resources usage and to provide a tool to increase profits.

Sources of profit

It sounds surprising but we claim that increasing dynamics and uncertainty of the company's external environment contains the key opportunities to raise company's profits.

The external environment of a logistics company is extremely unpredictable. Suppliers, who can no longer predict the volume of orders, as well as logistics chain units involved in delivery, can be sources of uncertainty. Most companies understand the problem but consider increasing the reserve capacity, which can be activated in



case of unforeseen events, as the only way to solve the problem. Consequently, idle resources fleet rises, fleet utilization falls and staff increases.

What has been implemented in our solutions is the set of practices that allow business to respond quickly to external changes and take advantage of working in complex external environment. The implementation of these practices is aimed at changing the planning process without increasing resource capacity.

The fundamental difference between Magenta Scheduling Solutions and the traditional approach of planning is the following. Traditionally the actions and opportunities that are presented in the planning of each order are determined by a single predefined formal process. Magenta Solutions are based on adaptive scheduling process that goes through all the stages of order processing. This allows decision making that is not based on predefined rules but on the current situation and the particular order.

Some approaches implemented in Magenta Scheduling Solutions:

- Early planning. When a new order is received, pre-planning phase runs. This allows the system to make a decision on acceptance or rejection of the order. This decision is based on the current state of transportation network, and the influence of the order on transportation network KPIs;
- Continuous planning. Planning for each order starts immediately as soon as an operator confirms the order and it appears in the system. This reduces scheduling time and gives an opportunity to schedule delayed orders
- Backhauls planning & Event management. The events that occur at the stage of execution are handling in real-time mode. It is also possible to receive new orders at this stage in case it is KPI beneficial and does not violate existing restrictions such as service level, driver working hours limits, etc.

Reference

1. New Magenta Papers: Scientific papers, Volume 2, Ed. A. Ivaschenko. – Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House, 2013. – 54 p.



АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ю.Н. Антонов

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛАЗЕРНОЙ ПОДГОНКИ ПЛЕНОЧНЫХ РЕЗИСТОРОВ

(Ульяновский государственный технический университет)

Базовой концепцией, лежащей в основе оценки подгонки резисторов, как регулятора технологии, по У.Шухарту является различие между двумя категориями вариабельности [1]. Процесс может проявлять «контролируемую вариабельность» или «неконтролируемую вариабельность». При контролируемой вариабельности, согласно Э. Демингу, «не будет полезной попытка определения причин конкретных отклонений» [2]. Когда процесс проявляет неконтролируемую вариабельность, тогда «полезно определить и устранить причину отдельного отклонения». Концепция Шухарта - Деминга является фундаментом для повышения эффективности лазерной подгонки пленочных резисторов. В настоящее время, в качестве базового метода оценки технологии изготовления электронных компонентов применяется метод Six Sigma (6σ). По методу Six Sigma выбор критериев оценки процесса основывается на определении характеристик: выхода продукта, устойчивости, стабильности, надежности и др. При применении метода Six Sigma выделяют такие этапы как определение проекта, измерение, анализ, улучшение и контроль[3].

1. Определение проекта. При проектировании осуществляется контроль качества решением допусковых задач. Расчетные допуски в дальнейшем используются при отбраковке резисторов.

2. Измерение. На данном этапе применяются информационные технологии и измерительные автоматизированные системы для сбора данных по изготавливаемым резисторам и групповым компонентам. Алгоритм автоматизированного измерения включает выбор подложки с резисторами из базы данных, определение отклонения сопротивления, идентификацию годности отдельных пленочных резисторов, групповых элементов и технологии.

3. Анализ. Для анализа эффективности лазерной подгонки пленочных резисторов и технологии используются две категории контрольных диаграмм [4]:

1) непрерывных данных:

- индивидуальные значения и скользящий размах для оценки отклонения сопротивления пленочного резистора от номинала при лазерной подгонке;
- средние значения и размахи для оценки устойчивости технологического процесса;



- средние значения и стандартные отклонения для оценки стабильности;
- 2) атрибутивных данных:
 - p-диаграмма для индивидуальных компонентов;
 - u-диаграмма для оценки групповых компонентов и технологии.

К атрибутивным диаграммам относятся такие диаграммы как доля несоответствующих (проходит/не проходит проверку) и несоответствий (количество дефектов или брака) на единицу.

4. Улучшение. Повышение точности сопротивления пленочных резисторов обеспечивается с помощью автоматизированного оборудования подгонки изменением размеров и конфигурации пленочных резисторов. При лазерной подгонке происходит увеличение сопротивления пленочного резистора.

5. Контроль. Основной задачей этапа контроля является определение критических параметров подгонки и технологии, и подведение итогов улучшения.

Пример оценки эффективности. На подложке содержится 680 чип-резисторов. Из 680 чип-резисторов на подложке 2 резистора являются технологическим браком. Все остальные - условным браком, так как имеют большое отклонение от номинала сопротивления. Подгонка выполнена лазерным резом «погружение». На основании выходных данных выполнена оценка эффективности лазерной подгонки чип-резисторов и всего технологического процесса.

Применение подгонки резисторов резом «погружение» на установке лазерной подгонки МЛ5 позволило уменьшить разброс сопротивления. Общий брак чип-резисторов составил примерно 55 чип-резисторов, что соответствует 8% от общего числа чип-резисторов. Остальные 635 чип-резисторов являются годными.

Автоматизированное оборудование лазерной подгонки повышает выход годных резисторов до шкалы 3σ .

Литература

1. Shewhart, W. Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control / W. Shewhart. – N. Y.: Dover Publ., Inc., 1939 (reprint 1986). – 163 p.
2. Нив, Г. Р. Пространство доктора Деминга / Г. Р. Нив. – М.: МГИЭТ (ТУ), 1996. – 344 с.
3. Антонов Ю.Н. Особенности применения метода 6 сигм при оценке качества изделий электронной техники / Ю.Н. Антонов // Материалы 41-й НТК УлГТУ Ульяновск. 2007.
4. ГОСТ Р 50779.10-2000. Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения.



УЛУЧШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ВИБРАЦИОННОГО СТЕНДА

(Пензенский государственный университет)

В настоящее время при воспроизведении вибраций в лабораторных условиях наиболее широко применяются электродинамические стенды (вибростенды), которые по сравнению с вибраторами иного принципа возбуждения возмущающей силы отличаются лучшими техническими характеристиками: более широкие динамические и частотные диапазоны формируемых вибраций, гибкость управления, простота настройки и др.

Электродинамический вибростенд создает динамическую вынуждающую силу за счет взаимодействия переменного тока в подвижной катушке, которая служит исполнительным устройством вибростенда, и постоянного магнитного поля. Математическая модель представлена на рисунке 1.

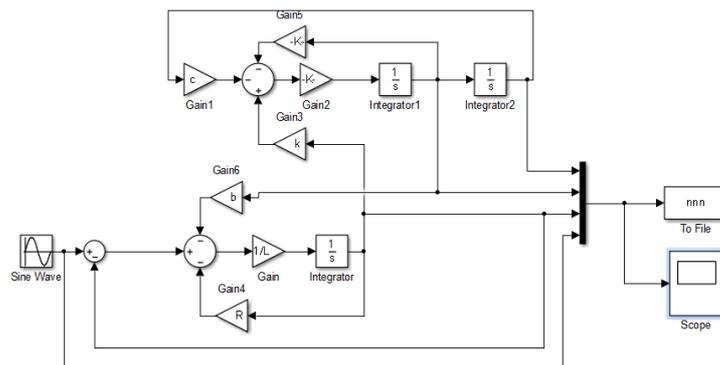


Рис. 1. Математическая модель вибростенда

Был проведён синтез ЛКГ-регулятора с использованием процедуры аналитического конструирования. Суть, которого заключается в следующем:

Имеется объект управления, возмущенное движение которого описывается в первом приближении уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu; \quad x(t_0) = x_0; \quad t_0 = 0,$$

где A и B - заданные матрицы чисел размером $n \times n$ и $n \times m$ соответственно.

Требуется найти матрицу чисел C (размеров $m \times n$) уравнения регуляторов:

$$u = C^T x,$$

такую, чтобы на асимптотически устойчивых движениях системы возбужденной произвольным начальным отклонением x_0 , минимизировался функционал



$$J = \int_0^{\infty} (x^T Q x + u^T u) dt,$$

где Q - заданная положительно-определенная матрица размеров $n \times n$ ($x^T Q x > 0$ для всех x , это обозначается далее $Q > 0$).

В результате синтеза был реализован ЛКГ-регулятор с передаточной функцией:

$$W_{LQG}(s) = \frac{-26363(s + 489.8)(s + 11.51)}{(s + 490.1)(s^2 + 83.41s + 3770)}$$

Схема включения регулятора со стендом представлена на рисунке 2.

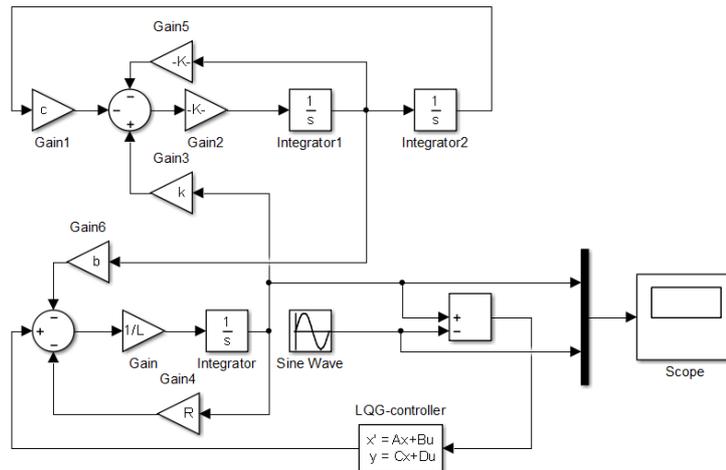


Рис. 2. Вибростенд с ЛКГ-регулятором

В результате проделанной работы был расширен частотный диапазон до 1000 рад/сек. На рисунке 3 представлены ЛАХ ФЧХ скорректированной и не скорректированной системы, а на рисунке 4 представлены осциллограммы входных и выходных сигналов на нижних и высоких частотах.

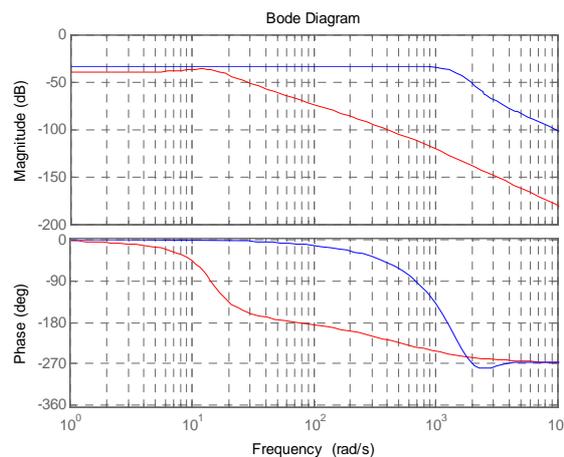


Рис. 3. ЛАХ и ФЧХ

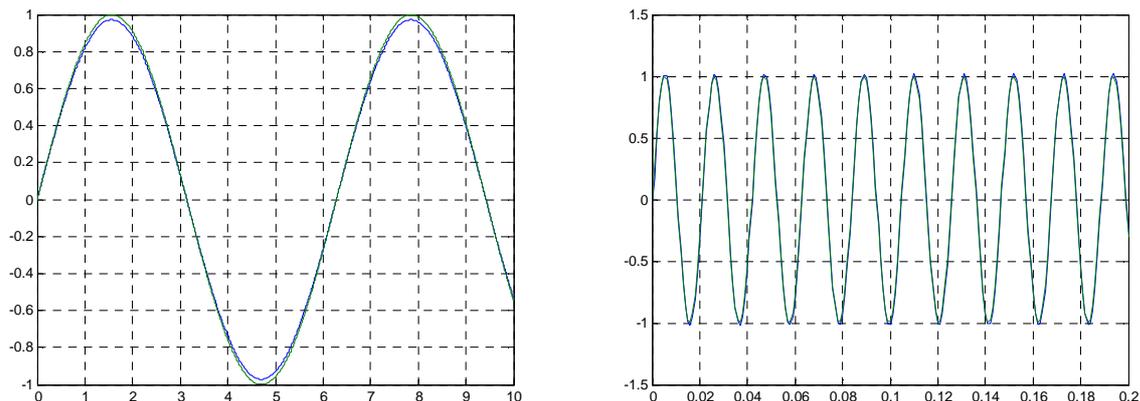


Рис. 4. Осциллограммы входных и выходных сигналов

Литература

1. Медведев В.С. ControlSystemToolbox MATLAB 5 для студентов.- М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999.-287с.
2. Семенов, А.Д. Идентификация объектов управления: учебное пособие / А.Д. Семёнов, Д.В. Артамонов, А.В. Брюхачев. - Пенза: Изд-во ПГУ, 2003.- 211 с.
3. Семенов, А.Д. Основы теории управления и идентификации в технических системах: учебное пособие [Книга 1] / А.Д. Семёнов, М.А. Щербаков. - Пенза, Изд-во ПГУ, 2012.

В.Е. Баранов

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСТАНОВКИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДИСКООБРАЗНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Предлагаемые результаты являются частью диссертационной работы, целью которой является численное моделирование эволюции самогравитирующих дискообразных систем частиц в поле тяжести массивного центрального тела.

Данная тематика обладает следующим рядом особенностей:

1. для максимального приближения к действительности модель должна содержать большое число частиц (от 10^4 и выше);
2. необходимость проведения численных экспериментов с различными начальными условиями;
3. необходимость постановки большого числа длительных экспериментов с различными параметрами и сценариями;



4. необходимость сбора и хранения данных о состоянии каждой частицы на каждом шаге вычисления;
5. необходимость обработки полученных в результате экспериментов данных в автоматическом режиме и представления полученной информации в графическом виде.

Для решения задачи с учётом описанных особенностей разрабатывается программный комплекс, описание некоторых модулей которого приведено в данном докладе.

Главное окно программы имеет вид, изображённый на иллюстрации (Рис. 1). Оно предназначено для отображения состояния системы, перехода к другим модулям приложения, а также минимальным функционалом для ручного управления экспериментом (в основном управление заключается в функциях запуска, паузы, остановки эксперимента и изменении параметров отображения системы, например, масштабирования).

Поддерживается два способа задания начальных условий:

1. автоматическая генерация начальных параметров системы в заданных пределах;
2. возможность использования в качестве входных данных т.н. «среза» состояния системы на определённом шаге вычисления из проведённых ранее экспериментов.

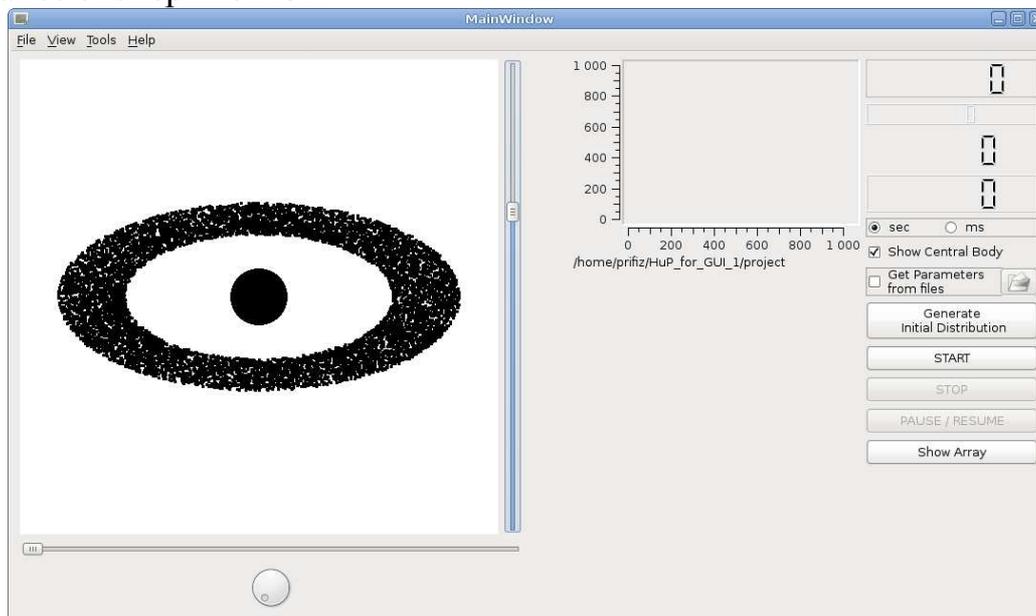


Рис. 1. Главное окно программы

Параметры системы задаются в отдельном окне, вид которого приведен на иллюстрации (см. Рис. 2). Реализована возможность выбора как геометрических характеристик системы, числа частиц и численного метода решения уравнений взаимодействия, так и выбор упрощающих алгоритмов [1] и типы вычислительной архитектуры (CPU или GPU) [2] для увеличения производительности. Также поддерживается включение и отключение записи параметров системы в файл на каждом шаге вычисления. Все параметры



конфигурации хранятся в отдельном XML-файле, что позволяет использовать параметры одного эксперимента для организации серии вычислений.

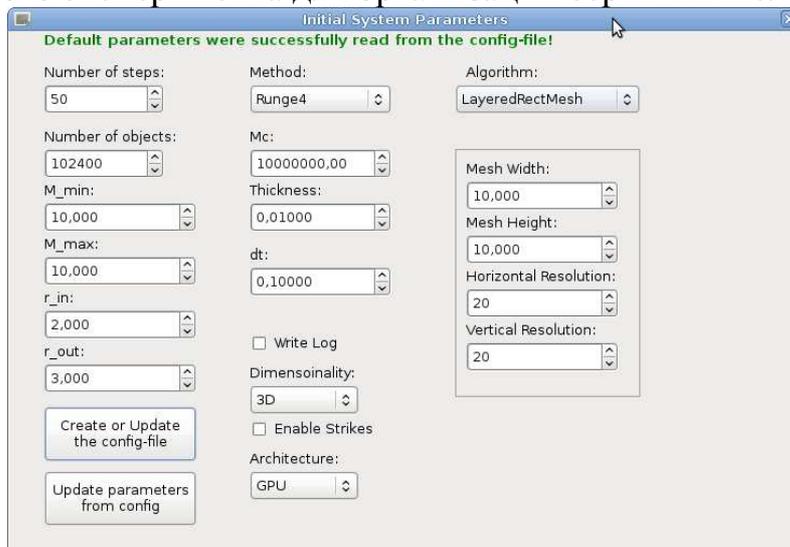


Рис. 2. Окно для задания начальных условий

Для анализа полученных в результате численных экспериментов данных был реализован отдельный программный модуль. Сам анализ выполняется после завершения эксперимента, что исключает отрицательное влияние на производительность при численном решении задачи. Обработчик позволяет автоматически выделить из всего массива собранных данных параметры отдельных шагов вычисления с сохранением этих данных в системе поддиректорий. При этом генерируемые имена директорий содержат даты экспериментов и заметки пользователя, что позволяет быстро найти необходимые результаты. Кроме того, поддерживается сортировка данных (с повторяющимися элементами – для построения гистограммы – и без них) и округление. Эти операции являются общими параметрами для всех обрабатываемых данных и задаются в основном окне обработчика (см. Рис. 3). Также в этом окне можно задать вычисление полного набора выходных данных, предусмотренных в программе.

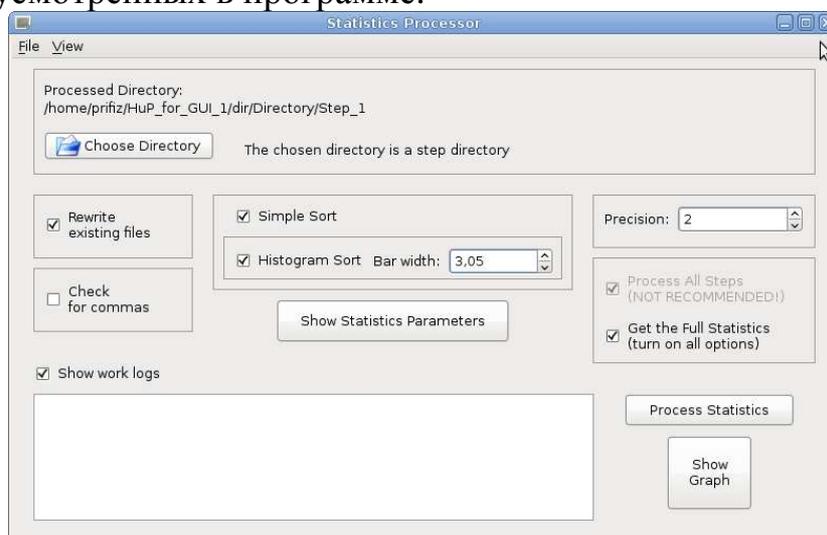


Рис. 3. Окно общих настроек модуля обработки данных



Окно для настройки вычисляемых характеристик системы (см. Рис. 4) позволяет более подробно указать, какие из выходных данных необходимо получить в результате обработки (например, зависимости числа частиц системы от времени, распределение частиц по массам и т.п.). При этом для каждой зависимости можно отдельно задать параметры сортировки.

После сохранения всех настроек и запуска анализа система автоматически вычисляет все выбранные типы выходных данных, сохраняет их в соответствующие директории, а в директорию с каждым экспериментом сохраняется файл с начальными параметрами системы. Система также позволяет указать выполнить пропущенные ранее вычисления в уже существующих выходных директориях.

Для графического представления результатов обработки данных был реализован отдельный модуль, выполняющий функции простого графопостроителя. Пользователь имеет возможность выбрать директорию с файлами данных, после чего система автоматически предоставляет выбор рядов данных корректного формата для каждой оси. Для каждой кривой имеется возможность выбора дополнительных параметров, таких как цвет, толщина, символы, тип линии и название, а также отображать или скрывать сетку и легенду для всей области построения. Кроме того, имеется возможность сохранения изображения области построения в отдельный файл.

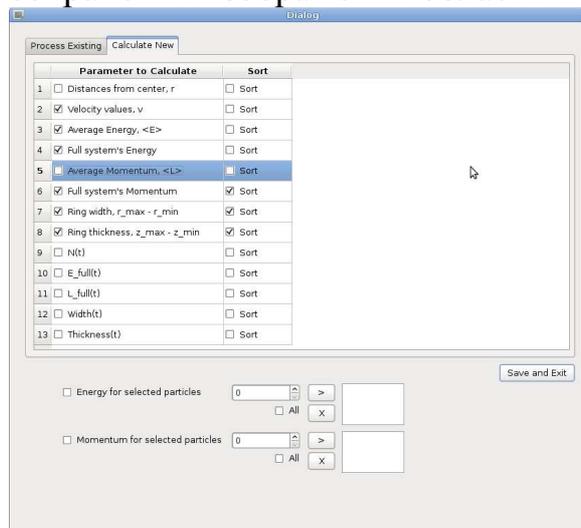


Рис. 4. Окно для настройки вычисляемых характеристик системы

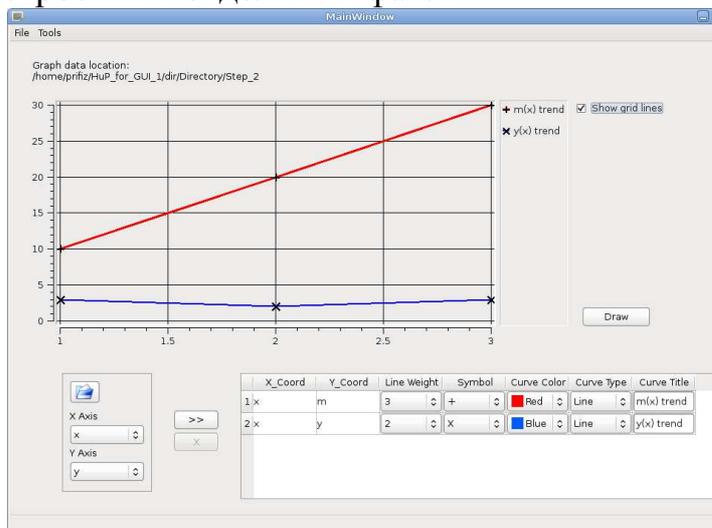


Рис. 5. Окно для графического отображения полученных данных

Таким образом, разработанный программный комплекс позволяет выполнять численные эксперименты для описанного выше класса систем, учитывая приведённые особенности моделирования.

В ближайшее время планируется расширить функциональность приложения путём добавления автоматического построения и сохранения графиков указанных зависимостей, а также отображения некоторых типов выходных данных (например, суммарного момента импульса) в координатных осях в реальном времени.



Литература

1. Баранов, В.Е. Анализ эффективности и применимости упрощающих алгоритмов при моделировании движения частиц планетного кольца в центральном гравитационном поле при наличии неупругих столкновений [Текст] / В.Е. Баранов, В.Г. Макарян // Материалы международной междисциплинарной научной конференции «Синергетика в естественных науках», – 2011. – с. 103-105.
2. Баранов, В.Е. Компьютерное моделирование эволюции планетных колец с использованием архитектуры CUDA [Текст] / В.Е. Баранов, В.Г. Макарян // Сборник трудов Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Космос-2012», – 2012. – с. 160-163.

А.А. Безгинов, О.Н. Ярыгин

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МНОГОГРАННИКОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

(Тольяттинский государственный университет)

Проблемам связанным с многогранниками, носившим как чисто теоретический, так и прикладной характер уделили внимание великие умы от Архимеда и Евклида до Р.Декарта, Л.Эйлера, О.Коши, Е.С.Федорова. Основные общетеоретические выводы позволила сделать созданная Л.Эйлером теория графов, на основании которой удалось во многом «алгебраизовать» исследование свойств полиэдров и их классификацию. Современный научный подход к исследованию полиэдров все больше смещается в сторону моделирования их с помощью различных компьютерных технологий. Значительные результаты в этом направлении достигнуты отечественной наукой. В работах Ю.Л. Войтеховского и Д.Г. Степеншикова [1,2] представлены результаты, позволяющие на основании компьютерных моделей не только наблюдать свойства полиэдров, но и делать обобщенные выводы и теоретически определять возможность/невозможность важных явлений в кристаллографии, теории фуллеренов, минералогии.

Многие задачи моделирования полиэдров ограничиваются использованием матриц смежности полиэдрического графа, и поведением расчетов, для извлечения всей возможной информации, сконцентрированной в этой матрице. Действительно, как показано в работах автора [4] и др., матрица смежности графа «содержит» всю информацию о полиэдре, в том числе и ту, которую наблюдатель не в состоянии выявить, видя перед собой реальный многогранник. Однако, именно этого «внешнего вида» многогранника и возможной его модификации зачастую и не достает исследователю для решения возникшей проблемы.

Поэтому остается важной решение задачи 3D-визуализации полиэдра на основе имеющейся аналитической информации. Частичным решением задачи



визуализации является построение графических образов полиэдров в виде их проекций на плоскость [1,2]. Указанные работы представляют собой результат алгоритмизации построения диаграмм Шлегеля для заданного типа полиэдров, реализованной в виде компьютерной программы, которая не только строит проекции, но и определяет комбинаторные типы, группы автоморфизмов, точечные группы симметрии и гранные символы полиэдров.

Теперь остается сделать еще один большой шаг, чтобы увидеть 3D-модель мнрогогранника, представленного проекцией [1].

О.Коши предлагал проецировать все ребра многогранника на плоскость наибольшей грани, которую перед проектированием предполагалось растянуть.

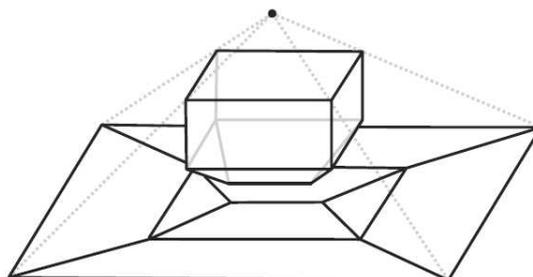


Рис. 1. Перспективная проекция полиэдра на плоскость [5, с.115]

Современник О.Коши французский математик Ж. Жергонн (1771-1859), описал проецирование следующим образом: «Возьмите многогранник, у которого одна из его граней является прозрачной, и представьте, что глаз приближается к этой грани извне так близко, что он может воспринимать все другие грани изнутри, это всегда возможно когда многогранник выпуклый. При таком положении, давайте представим, что на плоскость прозрачной грани и сделана перспективная проекция множества всех остальных граней» [5].

И. Лакатос в своей книге «Доказательства и опровержения», целиком посвященной многогранникам и формуле Эйлера, предложил современную версию идеи Жергонна, предполагая, что такая проекция снимается фотокамерой, размещенной рядом с удаленной гранью внутри многогранника. Граф появилась бы на фотографии [3]. Еще один распространенный способ визуализации такого многогранника представляется тенями ребер, когда источник света располагается рядом с удаленной гранью (рис. 1, [5]).

Для того, чтобы проделать обратное действие, которое, разумеется, не обещает однозначного результата, требуется построить трехмерное изображение полиэдра, породившего граф на плоскости по одной из приведенных процедур.

Укрупненный алгоритм «обратного перспективного проецирования» описывается следующим образом:

Шаг 1. Выбрать точку над плоскостью на высоте равной H , находящуюся над геометрическим центром имеющейся диаграммы, обозначенным C .

Шаг 2. Соединить все вершины графа с точкой H .



Шаг 3. Определить для каждой вершины её «уровень» u_i . (Уровень вершин на внешнем многоугольнике (периметре) считается равным 0. Уровень вершины равен k , если длина кратчайшего пути от неё до внешнего многоугольника равна k .)

Шаг 4. Определить максимальный уровень вершин: $R = \max u_i$.

Шаг 5. Сместить каждую вершину по отрезку соединяющему её с точкой H до высоты $H/(2R)$ над базовой плоскостью.

Шаг 6. Произвести сжатие к центру C по горизонтали уровней меньших $[R/2]$.

Для упрощения можно, начав с определения уровней вершин, произвести их подъем по вертикали на высоту h_i пропорциональную уровню u_i .

Реализация представленного алгоритма в среде пакета компьютерного 3D-моделирования САПР позволяет поэтапно получать трехмерную модель полиэдра из исходной проекции Шлегеля.

Получаемый полиэдр можно рассматривать, вращая в различных направлениях в пространстве. Этапы построения представлены на рис.5 a,b,c,d,e.

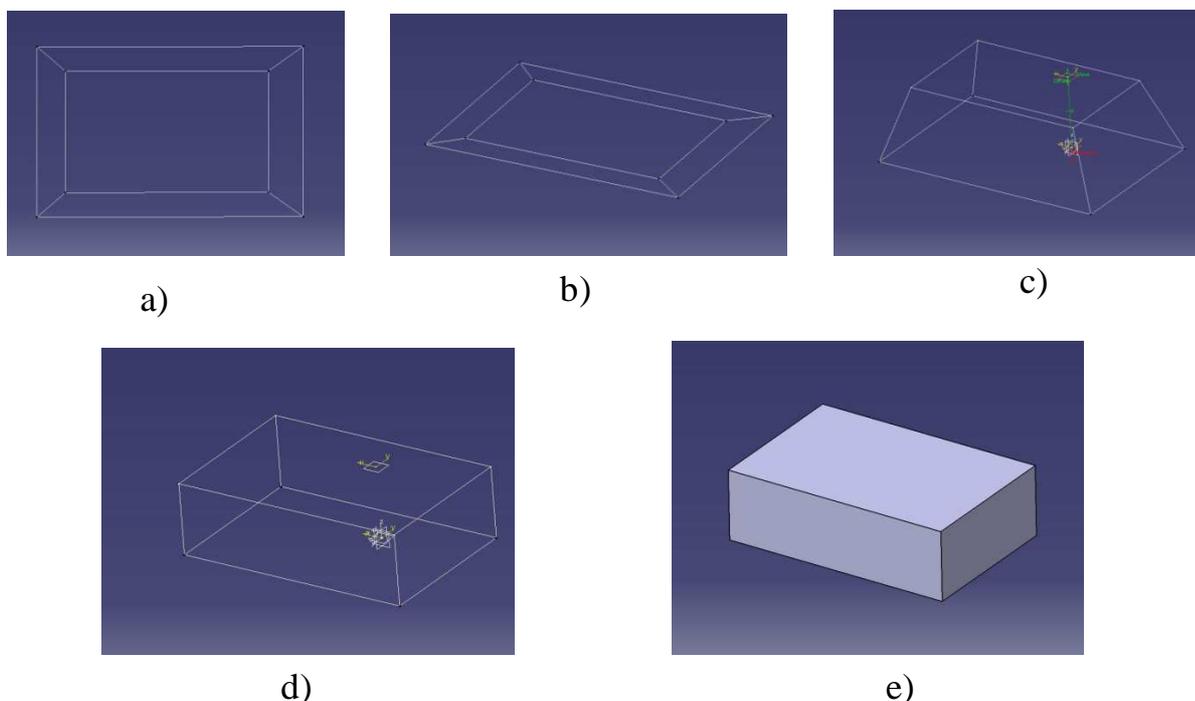


Рис. 5. Построение параллелепипеда (6-эдра с четырехугольными гранями)
Рис. 5a : исходная проекция, заданная набором вершин и заданными ребрами;
Рис. 5b : исходная проекция, привязанная к базовой плоскости;
Рис. 5c : подъем над плоскостью вершин первого уровня (после выявления 4 вершин 0-го уровня и 4 вершин 1-го уровня);
Рис. 5d : сжатие нижней грани к центру исходной проекции, до выравнивания с верхней гранью;
Рис. 5e : «заливка граней» (можно оставлять их прозрачными) и вращение полученной 3D-модели.

Аналогичная последовательность шагов приводит от диаграммы октаэдра (рис.6a), через её плоскостное представление (рис.6b) к 3D-модели, представ-



ленной на рис.6с. Как видим, такая модель при сжатии по продольной оси может быть симметризована до правильного октаэдра.

Применяемый пакет программ, с одной стороны, предоставляет широкие возможности по манипуляции и трансформации готовой 3D-модели, а с другой стороны, ограничивает возможности пользователя по встраиванию автоматических процедур построения модели. Поэтому модели, представленные на данном этапе построены в интерактивном режиме.

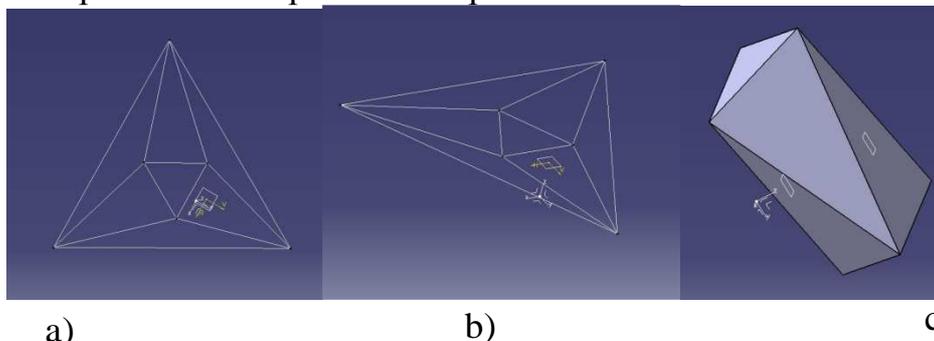


Рис. 6. Построение октаэдра (8-эдра с треугольными гранями)

Для решения задачи 3D-моделирования возможно использование и таких форматов представления как **VRML** (http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA *Virtual Reality Modeling Language* - язык моделирования виртуальной реальности) - стандартизированный формат файлов для демонстрации трёхмерной интерактивной векторной графики. VRML является текстовым форматом файлов, в котором, например, вершины и грани многогранников могут указываться вместе с цветом поверхности, текстурами, прозрачностью.

Однако в этом случае всю работу по определению координат вершин полиэдров придется рассчитывать с помощью отдельного алгоритма и другой программы, создание которой также представляет собой перспективную задачу.

Литература

1. Войтеховский Ю.Л., Степенщиков Д.Г., Ярыгин О.Н. Грануломорфология: простые 12 - и 13-гранники. - КНЦ РАН, Апатиты, 2000.- 76 с
2. Войтеховский Ю.Л., Степенщиков Д.Г. Комбинаторная кристаллография. 1. Реальные кристаллографические простые формы. - Апатиты: Изд. «К&М», 2004, 276 с.
3. Лакатос И. Доказательства и опровержения. Как доказываются теоремы.-М.:Наука, 1967.- 152 с.
4. Ярыгин О.Н. Построение изображения невыпуклых полиэдров по матрице смежности. - Труды III Всероссийской научной школы Математические исследования в кристалл-логграфии, минералогии и петрографии». Апатиты: Изд. К&М, 2007, сс.94-99
5. Richeson D. Euler's Gem. The Polyhedron Formula and the Birth of Topology Princeton and Oxford, Princeton University Press - 2008, 316 pp. - ISBN: 978-0-691-12677-7



О ПРОБЛЕМЕ НОРМИРОВАНИЯ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Для количественного определения некоторой конкретной физической величины введена единица этой физической величины, представляющая собой физическую величину фиксированного размера, которому условно присвоено значение единицы. Для воспроизведения единицы физической величины или некоторого её кратного или дольного значения используется техническое устройство, называемое мерой этой физической величины. Наивысшее постоянство размера единицы физической величины обеспечивает мера, называемая международным эталоном этой физической величины. Необходимость такого постоянства обусловлена необходимостью обеспечить глобальное единство измерений для целей науки, производства, торговли и т.д.

Измерение любой физической величины заключается в сравнении её размера с размером меры при помощи технического устройства, называемого средством измерения и содержащего в себе в некотором виде (непосредственно или опосредовано) меру измеряемой физической величины.

Несовершенство средства измерения может приводить к тому, что полученный результат определения размера измеряемой физической величины (результат измерения) будет отличаться от её действительного значения на величину, называемую погрешностью измерения. Предельное значение этого отличия, то есть предельное значение погрешности измерения, может быть определено по точностным характеристикам, указываемым в сопроводительной технической документации на используемое средство измерения.

Из вышесказанного следует, что погрешность средства измерения конкретной физической величины при его изготовлении или метрологической аттестации (поверке), в конечном счёте, определяется опытным путём относительно международного эталона этой физической величины, то есть имеет под собой материальную основу и не может быть определена и уменьшена никакими абстрактными вычислениями и математической обработкой. Единственным исключением является возможность уменьшения соответствующей обработкой случайной погрешности многократных измерений физической величины, при условии, что во время измерений эта величина остаётся неизменной.

Иными словами, погрешность средства измерения это отклонение результата измерения данным средством измерения значения международного эталона измеряемой физической величины от указанного на эталоне номинального значения плюс погрешность самого эталона, которая, как



правило, на несколько порядков меньше прогнозируемой погрешности средства измерения.

Правила, по которым определяются точностные характеристики конкретного экземпляра (или типа) средства измерения, называются нормированием точностных характеристик.

В машиностроении и в других отраслях техники исторически использовалось так называемое предельное значение погрешности, которое ни при каких условиях не могло быть превышено при проведении измерений данным экземпляром (или типом) средства измерения. Результирующая погрешность средства измерения при этом определяется как сумма модулей составляющих [1]. Отдельно указывается основная погрешность, определяемая в так называемых нормальных условиях (в условиях градуировки) и дополнительная погрешность, которая может возникать при отклонении условий эксплуатации от условий градуировки. На всех выпускавшихся средствах измерения, будь то измерительный прибор, измерительный преобразователь или мера, указывалось именно предельное значение погрешности, которую данное средство измерения может внести в результат измерения.

В последние десятилетия при нормировании точностных характеристик средств измерения, особенно нестандартных средств измерения и измерительных систем, стали использовать так называемый вероятностный подход. При таком подходе точностные характеристики средств измерения стали определяться методами теории вероятности, с указанием погрешности в виде некоторого параметра случайной величины, например, в виде среднеквадратического отклонения, а в некоторых случаях и в виде закона распределения возможной погрешности.

Таким образом, вполне оправданный вероятностный подход к оценке результата многократных измерений, содержащего весьма заметную случайную составляющую, стал использоваться при нормировании средств измерения, особенно, нестандартных средств измерений и измерительных систем. В результате этого появилась возможность завышать реальные точностные характеристики средств измерения, что при производстве всевозможных технических (да и иных) устройств приводит к снижению качества выпускаемой продукции, уменьшению её надёжности, к увеличению процента брака.

Практически опыт разработки и производства технических устройств показывает, что для пользователей средств измерения важны только предельные значения отклонений результата измерения физической величины или параметра и его никоим образом не интересует закон распределения результатов измерения в интервале этих предельных значений.

В то же время вероятностный подход справедлив при оценке точностных характеристик множества однотипных средств измерения, так как он позволяет определить эффективность используемых технологических и иных способов улучшения точностных характеристик средств измерений, получаемых в



результате метрологических исследований (экспериментальных и теоретических). Кроме этого вероятностный подход необходимо использовать при многократных измерениях одной и той же величины с большим разбросом получаемых результатов.

Для высокотехнологичных отраслей производства очень важно, чтобы погрешность измерения ни при каких условиях не выходила за допустимые пределы. В этой связи большое значение имеет корректное определение предельных значений дополнительной погрешности, которая может возникнуть при отклонении условий окружающей среды от условий, при которых производилась градуировка средства измерения.

В отличие от основной погрешности, составляющие которой (погрешность используемой при градуировке меры, погрешность аппроксимации при нелинейной функции преобразования, случайная и вариационная погрешности) определяются по результатам градуировки, экспериментальное определение дополнительной погрешности представляется весьма проблематичным. Так как в конкретном экземпляре средства измерения может подбратся такое сочетание параметров элементов, которое даст заниженное (а то и нулевое) значение дополнительной погрешности. Поэтому, если средство измерения планируется производить не в единичном экземпляре, то теоретический расчёт дополнительной погрешности обязателен.

Пользователя средства измерения, как правило, интересует только отклонение результата измерения физической величины от её действительного значения. Однако, в большинстве случаев отдельное нормирование погрешности по аддитивной и мультипликативной составляющей не только оправдано, но и необходимо. Это обусловлено различием причин их возникновения, суммирования и способов уменьшения. Так, например, при наличии возможности периодической подачи на средство измерения нулевого значения измеряемой величины из результирующей погрешности могут быть исключены (до погрешности квантования) все аддитивные составляющие.

Резюмируя вышеизложенное можно сказать, что при достаточной разрешающей способности помимо аппаратных методов (автокалибровки, введение температурной поправки, стабилизация параметров и т.д.) повышение точности средства измерения возможно только его градуировкой с использованием более точной меры. Предельное значение дополнительной погрешности на стадии разработки средства измерения должно определяться теоретически по паспортным или измеренным данным на элементы, определяющие аддитивную и мультипликативную составляющие дополнительной погрешности.

Литература

1. Измерения в промышленности. Справочное издание. Под ред. П.Профоса. -М.: Металлургия, 1980. – 648с.



А.О. Дмитриев, А.Н. Полушин, Р.Р. Халиулин

СОКРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ И ТРУДОЗАТРАТ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ)

Цели:

- 1) Сокращение экспериментальных исследований
- 2) Сокращение рабочего времени при проектировании

Цифровые методы – это комплекс непрерывных процессов, который состоит из цепочки ассоциативно связанных между собой этапов проектирования и производства изделия, причем все этапы проектирования и производства имеют дело с общей цифровой моделью. Такой подход дает возможность построить цифровую модель изделия, которая может быть использована на всех этапах без передачи данных из одной системы в другую.

Преимущества:

- Повышение производительности
- Повышение качества изделий
- Сокращение расходов на разработку

В данной работе мы проектировали лопатку завихрителя. В результате проектирования получили твердотельную модель, которая легко может быть изменена, сокращая при этом время. В частности, проанализировав и переназначив геометрию лопатки для высококачественного завихрения потока, изменили угол наклон пера. Все эти изменения легко осуществляются при помощи цифровых методов. Все эти инструменты помогают объединять в единое цифровое пространство все процессы от проектирования до производства изделия. Созданный полный цифровой макет изделия, при этом предлагает неограниченные возможности для достижения максимальной производительности на всех этапах создания.

Используя базу знаний можно значительно ускорить производство продукта, максимизировать повторное использование накопленных знаний.

Инструменты симуляции цифрового метода автоматически анализируют конструкцию и технологию изделия на каждом шаге процесса проектирования для непрерывного контроля.

Инженерный анализ позволяет проводить симуляцию различных физических процессов с 3D моделью. В нашем случае благодаря инженерному анализу, сокращаем дорогостоящие эксперименты, исследования и затраты на множественные изготовления опытных образцов.

Из термогазодинамического расчета двигателя определили параметры на входе в КС: давление за компрессором, Па; температура за компрессором, К; расход воздуха за компрессором, кг/с; температура газа перед турбиной, К;



площадь на входе в диффузор КС; v - скорость течения воздуха в кольцевом канале; скорость течения в зоне горения. Из общей компоновки двигателя - тип и габаритные размеры.

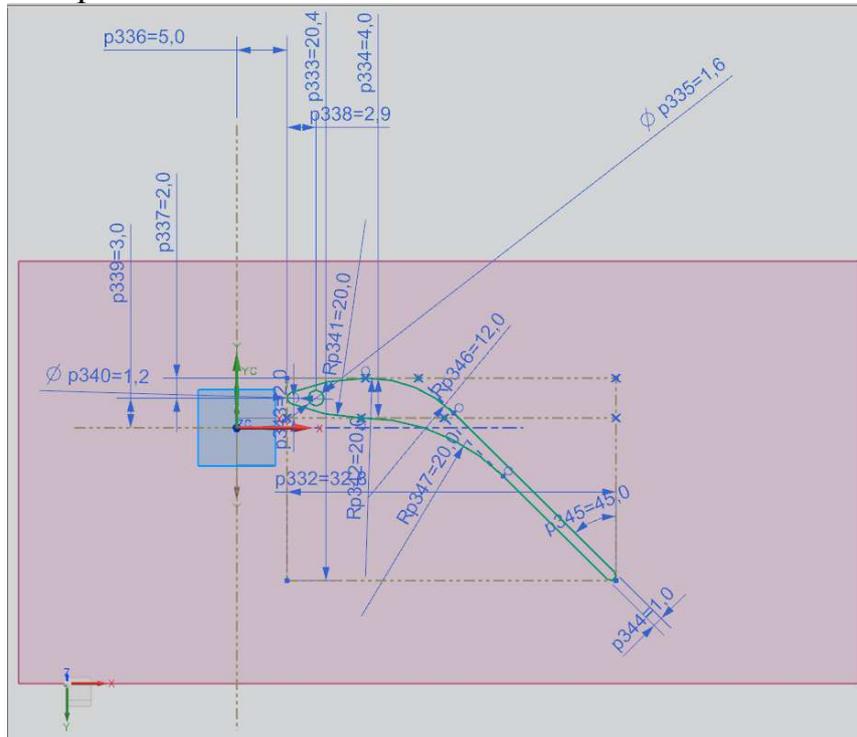


Рис. 1

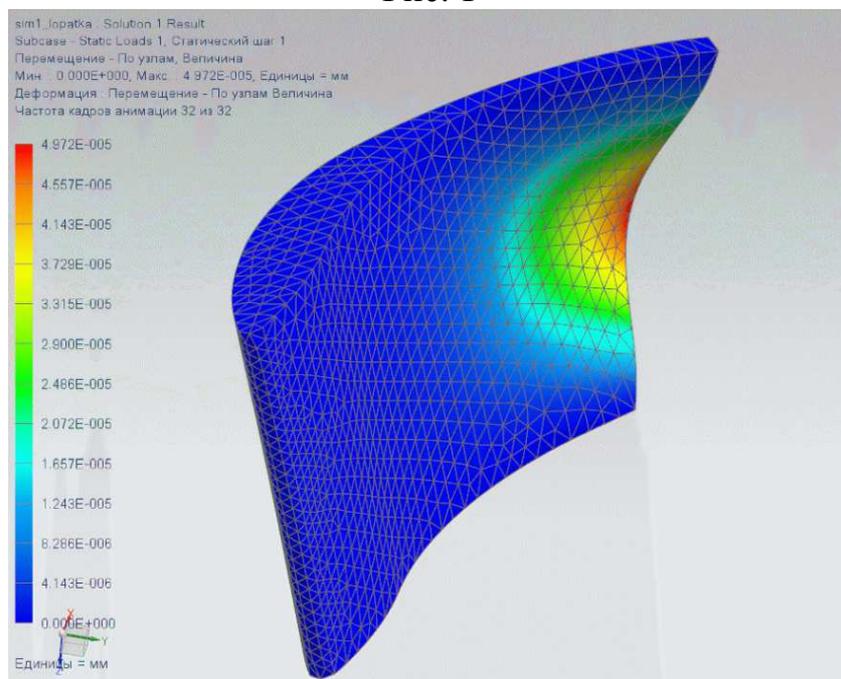


Рис. 2

Использование цифровых методов при проектировании конструкции лопатки необходимо добиться высокой надежности и качества изделий, а также возможностью использовать новые современные материалы, учитывать сложные условия работы современных конструкций при необходимости повышения



их конкурентоспособности и надежности. В нашем случае, проведя инженерный анализ, получили параметры удовлетворяющие условиям эксплуатации.

В конечном итоге лопатка была изготовлена и проверена экспериментально, полученные экспериментальные данные были схожи с данными полученными с помощью цифровых методов.

Вывод

В результате можно сказать, что цифровые методы позволили контролировать и вносить улучшения во время всего процесса создания изделия. Инженерный анализ позволил исследовать большое количество вариантов и при этом снизить себестоимость изделия, значительно экономя на натурных испытаниях, сокращая количество физических прототипов. Так же быстро принимать решения по дальнейшему созданию изделия. Инженерный анализ встроен в среду управления данными проектирования, что позволяет оптимизировать создание всего изделия.

В конечном итоге лопатка была изготовлена и проверена экспериментально, полученные экспериментальные данные были схожи с данными полученными с помощью цифровых методов, отсюда можно сделать вывод что использование таких методов значительно сократит финансовые затраты и время работы производства.

А.Г. Ермоленко, Г.Ю. Ермоленко, М.А. Степанова

МОДИФИЦИРОВАННОЕ ДИСКРЕТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ В СРАВНЕНИИ С КЛАССИЧЕСКИМ

(Самарский государственный университет путей сообщений)

Задача обеспечения высокой надёжности и прочности несущих конструкций средств транспорта и составляющих их агрегатов тесно связана с решением статических и динамических задач теории упругости. В последнее время в этой области созданы новые аналитические методы решения, позволяющие выражать искомые напряжения и деформации, возникающие в конструкциях в виде квадратуры от исходных начальных и краевых условий. Полученные таким образом квадратуры, как правило, являются сложными для их аналитического вычисления, поскольку содержат в себе вычисление прямых и обратных кратных преобразований Фурье. Поэтому для практических расчетов часто ставится вопрос об их численной реализации, при которой вместо аналитического преобразования Фурье используют дискретное преобразование Фурье.

Целью настоящей работы является конструирование модифицированного дискретного преобразования Фурье, обеспечивающего более высокую точность интерполяции применяемых в расчетах функций, чем классическое дискретное преобразование.

Дискретное преобразование Фурье функции $y = f(x)$ [1].



$$f(x) = \sum_{-\frac{N}{2} < q \leq \frac{N}{2}} A_q \exp(2\pi i q x), \quad (1)$$

где коэффициенты A_q находится по формулам

$$A_q = \frac{1}{N} \sum_{l=0}^{N-1} f(x_l) \exp(-2\pi i q x_l), \quad (2)$$

ставит в соответствие периодической с периодом 1 функции тригонометрический многочлен $S_N(x)$.

Условие (2) минимизирует меру погрешности

$$\mu(f, S_N(x)) = \sum_{i=0}^N (f(x_i) - S_N(x_i))^2 \quad (3)$$

Мера погрешности (3), выбранная для сопоставления исходной функции $y = f(x)$ ее наилучшего приближения $S_N(x)$, говорит о том, что исходные функции $y = f(x)$ и многочлены $S_N(x)$ образуют нормированное пространство, норма в котором задается соотношением:

$$\|f(x)\| = \sup \left(\sum_{i=0}^N (f(x_i))^2 \right), \quad (4)$$

а наилучшим приближением $y = f(x)$ считается функция, удовлетворяющая условию:

$$\mu(f(x), \varphi_f(x)) = \inf(\mu(f(x), \varphi(x))). \quad (5)$$

В случае, когда в качестве $\varphi(x)$ выбирается тригонометрические многочлены $S_N(x)$, мера погрешности оказывается равной нулю, то есть существует $S_N(x)$ наилучшего приближения, совпадающий в точках x_0, x_1, \dots, x_N с приближаемой функцией $f(x)$.

Таким образом, соотношения (2), задающие коэффициенты многочлена $S_N(x)$, приближающего исходную функцию $f(x)$, обеспечивают их равенство в точках x_1, x_2, \dots, x_N .

Естественно, что на практике, используя $S_N(x)$ вместо $f(x)$, необходимо знать какова ошибка в точках области определения функции $f(x)$, отличных от x_1, x_2, \dots, x_N . Кроме того, многочлен $S_N(x)$ строится без учета дифференциальных свойств функции $f(x)$ и по его поведению ничего нельзя сказать о производных исходной функции $f(x)$ даже в узлах интерполяции x_1, x_2, \dots, x_N , что на практике является большим недостатком.

Обычно, для оценки точности интерполяции функции $y = f(x)$ функцией $y = \varphi(x)$ используют оценки:

1. $\Delta_1 = \sup(|f(x) - \varphi(x)|)$;
 2. $\Delta_2 = \int_a^b |f(x) - \varphi(x)| dx$;
 3. $\Delta_3 = \int_a^b (f(x) - \varphi(x))^2 dx$;
- (6)



$$4. \Delta_4 = \int_a^b \left| \frac{f(x) - \varphi(x)}{f(x)} \right| dx.$$

На практике, помимо этих оценок, часто требуются соотношения, позволяющие оценивать интегральные и дифференциальные свойства функции $\varphi(x)$, выбранной в качестве функции, являющейся приближением исходной функции $y = f(x)$.

В качестве таких оценок, можно выбрать:

$$5. \Delta_5 = \sup |f^{(\alpha)}(x) - \varphi^{(\alpha)}(x)|;$$

$$6. \Delta_6 = \int_a^b |f^{(\alpha)}(x) - \varphi^{(\alpha)}(x)| dx \quad (7)$$

$$7. \Delta_7 = \int_a^b \left| \frac{f^{(\alpha)}(x) - \varphi^{(\alpha)}(x)}{f^{(\alpha)}(x)} \right| dx;$$

$$8. \Delta_8 = \frac{\int_a^b |f^{(\alpha)}(x) - \varphi^{(\alpha)}(x)| dx}{\int_a^b |f^{(\alpha)}(x)| dx}.$$

Здесь α - порядок производной.

Одно из наиболее простых улучшений дискретного преобразования Фурье состоит в учете дифференциальных свойств исходной функции. Для этого, например, достаточно потребовать, чтобы исходная функция $f(x)$ и многочлен $S_N(x)$, а также их производные до некоторого порядка P совпадали в узлах интерполяции x_0, x_2, \dots, x_N , которые, вообще говоря, могут быть не равноотстоящими. Выполнение подобного требования обеспечит гарантированно точное значение в узлах не только самой исходной функции, но и производных до порядка P .

Остановимся на случае действительного дискретного преобразования Фурье функции $y = f(x)$ периодической, с порядком 2π :

$$f(x) = a_0 + \sum_{K=1}^{N_{\max}} (a_K \cos(Kx) + b_K \sin(Kx)) \quad (8)$$

с коэффициентами:

$$a_0 = \frac{1}{N} \sum_{K=0}^{N-1} f(x_K), a_n = \frac{2}{N} \sum_{K=0}^{N-1} f(x_K) \cos(nx_K); b_K = \frac{2}{N} \sum_{K=0}^{N-1} f(x_K) \sin(nx_K). \quad (9)$$

Здесь точки x_K - узлы интерполяции, $x_K = \frac{2\pi k}{N}, k = 0, 1, \dots, N-1$.

Потребуем, чтобы функция $y = f(x)$ и ее многочлен (8) вместе со своими производными до порядка P включительно совпадали в узлах интерполяции. Установим связь между порядком N_{\max} многочлена, количеством узлов интерполяции N и порядком старшей производной P .

$$(P+1)N = 2N_{\max} + 1 \quad (10)$$

Анализ соотношения показывает, что порядок производной P не может быть нечётным числом.



Перечисленное выше позволяет составить систему $2N_{\max} + 1$ алгебраических уравнений для поиска неизвестных коэффициентов $a_0, a_1, \dots, a_{N_{\max}}, b_1, b_2, \dots, b_{N_{\max}}$.

Тригонометрический многочлен с найденными таким методом коэффициентами совпадает вместе со своими производными до порядка P с исходной функцией и ее производными в узлах интерполяции.

Преимущества модифицированного дискретного преобразования Фурье по сравнению с классическим исследовались с помощью численного эксперимента, на примере функции, представляющей собой многочлен пятой степени вида:

$$y = -\left(\frac{z}{2}\right)^5 + z^2 + z + 1 \quad (11)$$

На рис.1 представлены графики исходной функции $y = f(x)$ и двух ее интерполяционных многочленов, построенных по методам классического и модифицированного преобразования Фурье по 19 точкам интерполяции. Непосредственно видно, что многочлен, построенный по методу модифицированного преобразования (мелкий пунктир), является лучшим приближением, чем многочлен, построенный по методу классического преобразования (длинный пунктир).

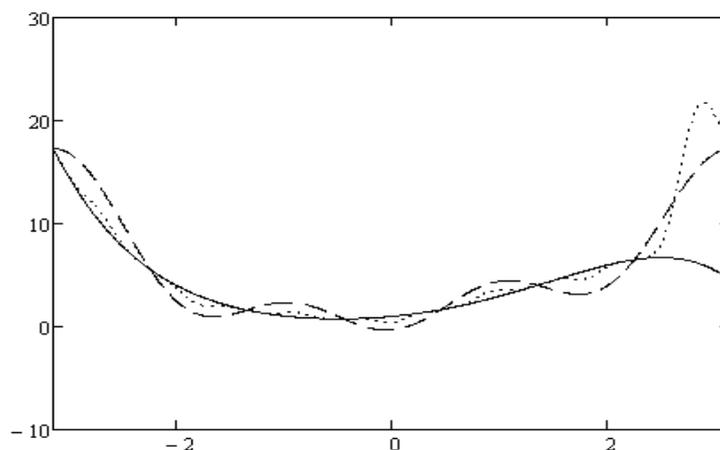


Рис. 1. Графики исходной функции и тригонометрических многочленов, построенных по методам классического и модифицированного дискретных преобразований Фурье

На рис.2 приведены графики первой производной исходной функции и производных интерполяционных многочленов. Как и в предыдущем случае, видно, что модифицированное преобразование Фурье обеспечивает лучшее приближение для производной исходной функции по сравнению с классическим.

Для количественной оценки ошибки приближения вычислялись для обоих преобразований взвешенные оценки 4, 7 и 8 для исходной функции и производной. Были получены следующие результаты.

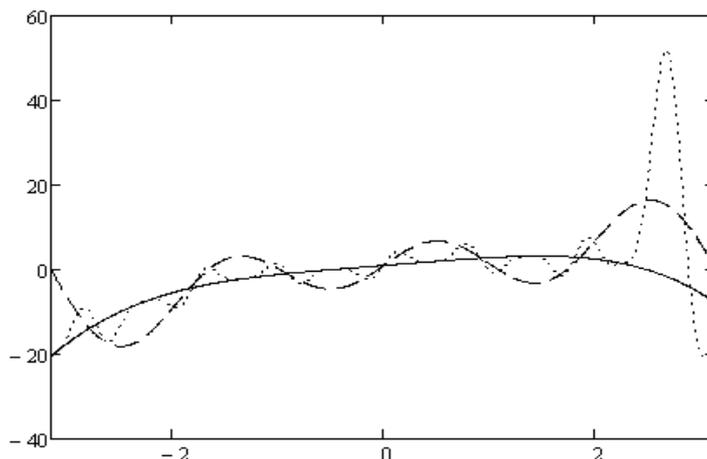


Рис. 2 Графики первой производной исходной функции и производных интерполяционных многочленов

Ошибка Δ_4 для классического дискретного преобразования Фурье оказалась равной:

$\Delta_4 = 1,364$, а для модифицированного $\Delta_4 = 0,649$.

Взвешенная интегральная оценка Δ_7 для классического преобразования Фурье $\Delta_7 = 0,19$. Для модифицированного $\Delta_7 = 0,10$.

Ошибка интерполяции для производной в случае классического преобразования $\Delta_7 = 35,0$, а в случае модифицированного преобразования $\Delta_7 = 8,7$.

Взвешенная интегральная оценка Δ_8 для классического дискретного преобразования Фурье $\Delta_8 = 1,6$. Для модифицированного $\Delta_8 = 1,0$.

Приведенные результаты численного эксперимента показывают, что модифицированное преобразование обеспечивает ошибку от полутора до 4 раз меньшую, чем классическое дискретное преобразование для выбранной функции.

Таким образом, применение предложенного в данной работе модифицированного преобразования в расчетах прочности несущих конструкций средств транспорта позволит увеличить точность расчета напряженно-деформированного состояния и, как следствие, повысить безопасность их эксплуатации. Использование этого преобразования на стадии проектирования обеспечит выбор оптимальной формы несущей конструкции и экономию средств на ее производство.

Литература

1. Бахвалов Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов. – М.: Наука, 1973. – 632с.



Б.А. Есипов, В.В. Муравьев

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ
 ОБОБЩЕННОЙ ЗАДАЧИ О МИНИМАЛЬНОМ ПОКРЫТИИ
 (Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
 С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

При постановке задач наиболее эффективного распределения ресурсов по отдельным объектам, а также в задачах управления организационно-техническими системами возникает так называемая задача об оптимальном покрытии. В [1] рассмотрена математическая модель обобщенной задачи о минимальном покрытии, решение которой приводит к сложным переборным алгоритмам [2]. В данной работе рассмотрен подход к разработке алгоритмов решения этой задачи, запрограммировано несколько алгоритмов ее решения и сделан анализ их быстродействия для задач большой размерности.

Постановка обобщенной задачи о покрытии отличается от классической наличием нескольких независимых покрываемых множеств и заключается в следующем.

Пусть даны множество $K = (1, \dots, k)$ и два набора его подмножеств A_1, \dots, A_n и B_1, \dots, B_m , таких, что $\bigcup_{i=1}^m B_i \subseteq \bigcup_{j=1}^n A_j$. Совокупность подмножеств $A_j, j \in J_i \subseteq \{1, \dots, n\}$, называется покрытием множества B_i , если $\bigcup_{j \in J_i} A_j = B_i$; J_i в таком случае называется множеством покрывающих индексов. Каждой паре подмножеств (B_i, A_j) приписан вес $c_{ij} \geq 0$. Весом покрытия A_j множества B_i является $\sum_{j \in J_i} c_{ij}$. Требуется найти покрытия для всех множеств из набора B_1, \dots, B_m минимального суммарного веса такое, что множества покрывающих индексов данных покрытий J_i попарно не пересекаются. В терминах булева программирования эта задача формулируется следующим образом: найти

$$f^*(c, A, B) = \min \left\{ \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ji} x_{ji} \mid Ax \geq B, x_{ji} \in \{0, 1\} \right\}, \quad (1)$$

при условии $\sum_{i=1}^m x_{ji} \leq 1, \quad j = 1, n$.

Здесь $A = (a_{kj})$ – матрица размера $k \times n$ с элементами $a_{kj} = 1$, если $k \in A_j$, и $a_{kj} = 0$ в противном случае; $B = (b_{ki})$ – матрица размера $k \times m$ с элементами $b_{ki} = 1$, если $k \in B_i$, и $b_{ki} = 0$ в противном случае; $c = (c_{ji})$ – матрица весов; $x = (x_{ji})$ – матрица переменных с компонентами $x_{ji} = 1$, если A_j входит в покрытие B_i , и $x_{ji} = 0$ в противном случае.

В данной работе предлагается переход от булевых к целочисленным переменным:



$$f^*(c, A, B) = \min \left\{ \sum_{j=1}^n c(x_j, j) \mid Ah \geq B, x \in \{0, \dots, m\}^n \right\} \quad (2)$$

Здесь $A = (a_{kj})$ – матрица размера $k \times n$ с элементами $a_{kj} = 1$, если $k \in A_j$, и $a_{kj} = 0$ в противном случае; $B = (b_{ki})$ – матрица размера $k \times m$ с элементами $b_{ki} = 1$, если $k \in B_i$, и $b_{ki} = 0$ в противном случае; $c(j, i) = \begin{cases} c_{ji}, & i \neq 0 \\ 0, & i = 0 \end{cases}$ – весовая функция, (c_{ji}) – матрица весов; $x = (x_j)$ – вектор целочисленных переменных с компонентами $x_j = i$, если A_j входит в покрытие B_i , и $x_j = 0$, если A_j не входит ни в одно покрытие; $h = (h_{ji})$ – дополнительная матрица, $h_{ji} = 1$, если $x_j = i$, и $h_{ji} = 0$ в противном случае.

Задача в такой формулировке не имеет недопустимых состояний, так как ограничение (1) выполняется в данном случае автоматически. Такая модификация позволяет не делать лишних проверок и переходов в процессе решения, что положительно сказывается на времени поиска.

При проверке ограничения $Ah \geq B$ в матрице произведения $D = Ah$ имеет смысл вычислять элементы d_{ki} только с такими индексами (k, i) , что $b_{ki} = 1$.

Рассмотренная задача относится к классу NP-полных задач, в общем случае для нее существует лишь экспоненциальное переборное решение.

Для разработки алгоритма и программы ее решения можно применить аддитивный метод, генетический алгоритм и алгоритм муравьиной колонии, методы лагранжевой релаксации и другие [2]. В работе рассмотрены аддитивный и генетический алгоритмы на основе вышеописанной модификации.

Для реализации работы и исследования аддитивного и генетического алгоритмов была написана программа на языке Java 7. Входными данными для программы являются величины: m, n, k , матрицы a_{kj}, b_{ki} и c_{ji} . Выходными дан-

ными программы является итоговая стоимость покрытия $\sum_{j=1}^n c(x_j, j)$ и множества покрывающих индексов $J_i, i = 1, m$

Ниже приведены результаты тестирования, выполненные на компьютере Asus, Core i5-3210M 2.5 GHz, 4 GB RAM.

Для всех тестов величина k была постоянной и равнялась 10; матрицы весов заполнялись случайными числами в промежутке $[0; 1000]$, матрицы a_{kj}, b_{ki} заполнялись также случайно.

Для данного тестирования было выбрано несколько промежутков количества возможных состояний решения. Каждый порядок был в 10 раз больше предыдущего. Для каждого промежутка было сгенерировано множество входных данных, на которых запускались оба алгоритма, после чего сравнивалось время их работы. Для генетического алгоритма дополнительно



считалось относительное отклонение ответа от точного, данного аддитивным, а также процент неудачных попыток найти решение.

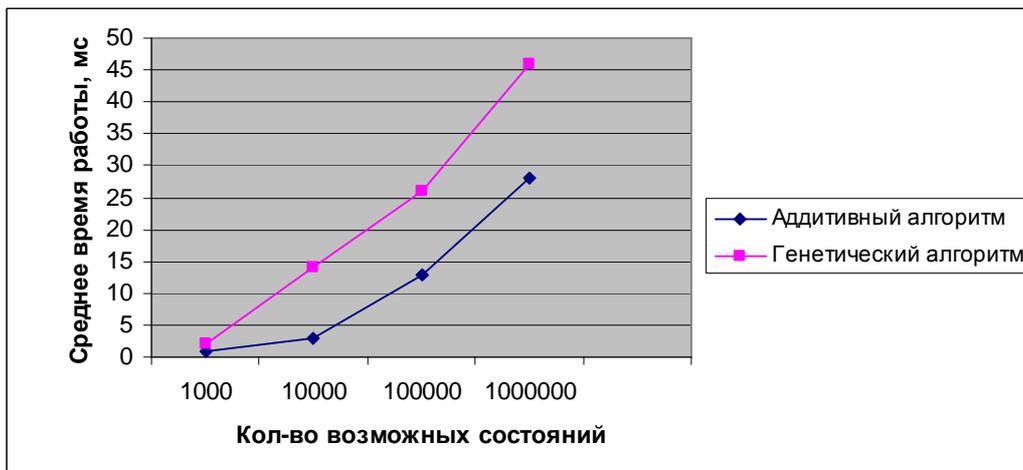


Рис. 1. Зависимость среднего времени работы алгоритмов от кол-ва возможных состояний решения

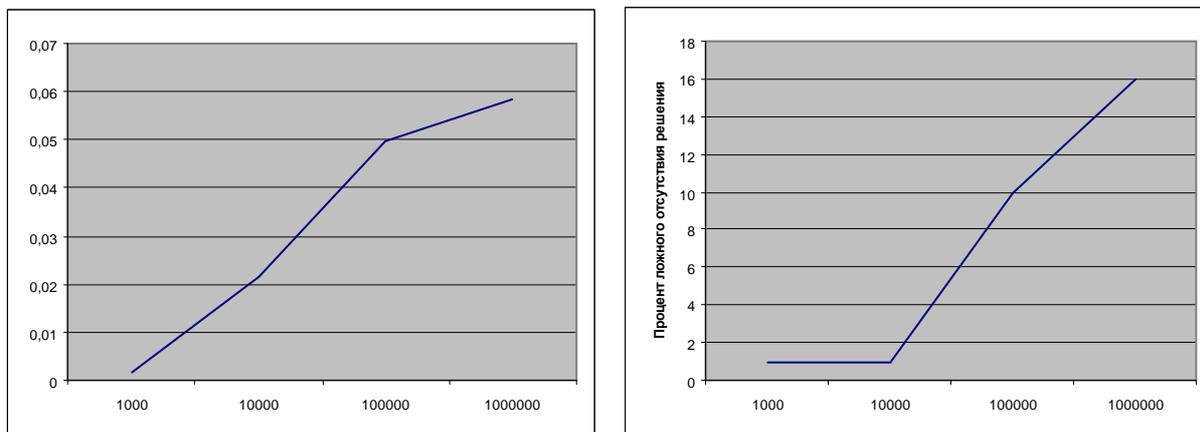


Рис. 2-3. Зависимость среднего относительного отклонения ответа и кол-ва ложного «отсутствия решения» генетического алгоритма от кол-ва возможных состояний решения

Как и следовало ожидать, аддитивный алгоритм находит ответ быстрее, чем генетический на тех же данных. С другой стороны, аддитивный алгоритм более затратен в плане используемой памяти, что не позволяет использовать его при решении задач с большим количеством состояний. Недостатком генетического алгоритма является его рандомизированность. Из рис.2 и 3 видно, что с ростом количества состояний решения увеличиваются относительное отклонение результата от минимального и количество ложных «отсутствий решения» задачи.

Для сравнения времени работы генетического алгоритма на различных входных данных было выбрано несколько промежутков количества возможных состояний решения, каждый порядок был в 10 раз больше предыдущего и для каждого промежутка было сгенерировано множество входных данных, на которых запускался алгоритм. Здесь количество возможных состояний было на порядки больше, чем при тестировании аддитивного алгоритма.



Рис. 4. Среднее время работы генетического алгоритма

Из рис. 4 видно, что, в среднем, при росте порядка количества возможных состояний решения время работы генетического алгоритма достигает определенного диапазона, в пределах которого изменяется. Это можно объяснить тем, что при большом порядке количества состояний алгоритм или быстрее начинает сходиться к правильному ответу при $n \ll t$, или быстрее определяет отсутствие решения при $n \approx t$.

Для анализа возможностей генетического алгоритма были выбраны несколько различных размеров популяции, начиная с 10 и заканчивая 1000. Во всех тестах количество возможных состояний находилось в промежутке $[10^5; 10^6]$, для каждого теста искалось контрольное решение с помощью аддитивного алгоритма и решения для каждого размера популяции.

На рис. 5 – 7 показаны графики зависимости различных характеристик работы генетического алгоритма от размера популяции. Видно, что размер популяции порядка 100-250 является оптимальным – меньшие размеры дают слишком неточные результаты, большие – требуют намного больше времени для нахождения результата.

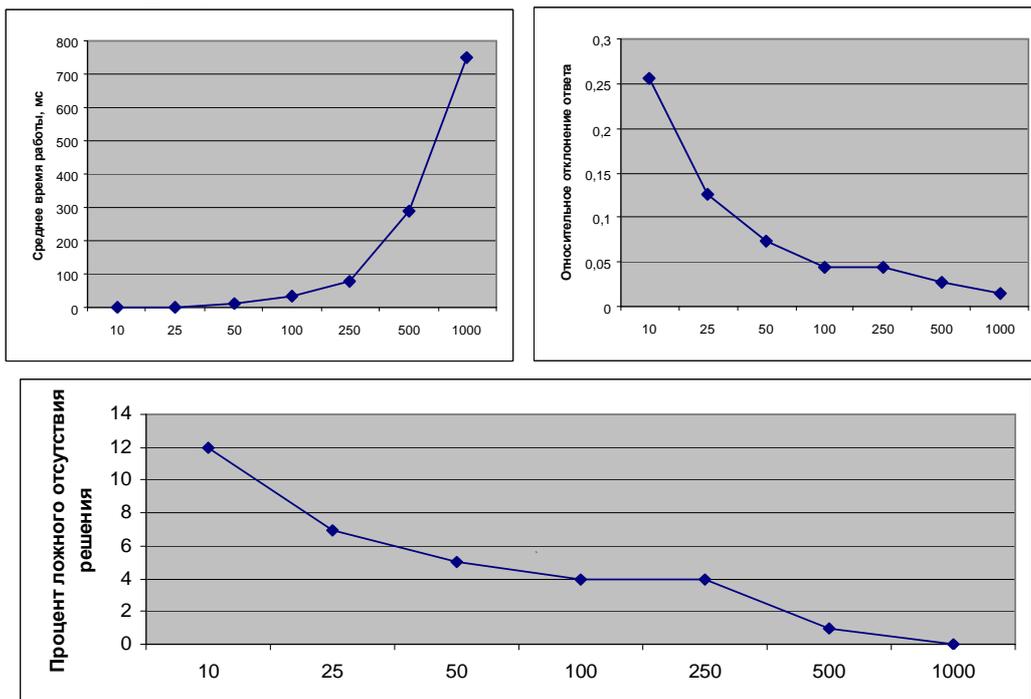


Рис.5-7. Характеристики генетического алгоритма



Таблица 1. Сравнение показателей работы аддитивного и генетического алгоритмов

Кол-во возможных состояний	Среднее время работы, мс		Отн.откл. результатов генетического алгоритма от контрольного решения	% неудачных попыток поиска решения генетическим алгоритмом
	Аддитивный алгоритм	Генетический алгоритм		
$[10^2;10^3)$	1	2	$1,69 \cdot 10^{-3}$	1
$[10^3;10^4)$	3	14	$2,14 \cdot 10^{-2}$	1
$[10^4;10^5)$	13	26	$4,98 \cdot 10^{-2}$	10
$[10^5;10^6)$	28	46	$5,86 \cdot 10^{-2}$	16

Таблица 2. Среднее время работы генетического алгоритма при различном размере входных данных.

Кол-во возможных состояний	Среднее время работы, мс	Кол-во возможных состояний	Среднее время работы, мс
$[10^2;10^3)$	1	$[10^8;10^9)$	$[10^8;10^9)$
$[10^3;10^4)$	7	$[10^9;10^{10})$	$[10^9;10^{10})$
$[10^4;10^5)$	35	$[10^{10};10^{11})$	$[10^{10};10^{11})$
$[10^5;10^6)$	46	$[10^{11};10^{12})$	$[10^{11};10^{12})$
$[10^6;10^7)$	69	$[10^{12};10^{13})$	$[10^{12};10^{13})$
$[10^7;10^8)$	58	$[10^{13};10^{14})$	$[10^{13};10^{14})$

Таблица 3. Анализ работы генетического алгоритма при различном размере популяции и одинаковом порядке количества возможных состояний перебора

Размер популяции	Среднее время работы, мс	Относительное отклонение результатов генетического алгоритма от оптимального решения	% неудачных попыток поиска решения генетическим алгоритмом
10	0	$2,55 \cdot 10^{-1}$	12
25	2	$1,25 \cdot 10^{-1}$	7
50	10	$7,31 \cdot 10^{-2}$	5
100	33	$4,50 \cdot 10^{-2}$	4
250	80	$4,50 \cdot 10^{-2}$	4
500	289	$2,81 \cdot 10^{-2}$	1
1000	752	$1,50 \cdot 10^{-2}$	0

Литература

1. Есипов, Б.А. Математическая модель и решение обобщенной задачи о покрытии [Текст]/ Есипов Б.А.: - Избранные труды Международной конферен-



ции с элементами научной школы для молодежи «Перспективные информационные технологии для авиации и космоса» (ПИТ-2010), Самара, 2010, с.70-71.

2. Еремеев, А.В. Задача о покрытии множества: сложность, алгоритмы, экспериментальные исследования [Текст]/ Еремеев А.В., Заозерская Л.А., Колоколов А.А.: – Дискретный анализ и исследование операций, июль—декабрь 2000. Серия 2. Том 7, № 2, с.22-46.

3. Ху, Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях [Текст]/ Ху Т. - М.: Мир, 1974, - 520с.

4. Нгуен, Минь Ханг. Применение генетического алгоритма для задачи нахождения покрытия множества [Текст]/ Нгуен Минь Ханг:- Труды института системного анализа РАН, Изд.: Институт системного анализа РАН, Москва, 2008, том 33, с. 206-219.

А.И. Заико

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭРГОДИЧЕСКИХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Эргодическое свойство стационарных случайных процессов позволяет находить их вероятностные характеристики по одной реализации $x(t)$ осреднением по времени t , что существенно упрощает и удешевляет эксперимент [1, 2]. Однако практически это свойство используется только для определения математического ожидания m_x , дисперсии D_x и автокорреляционных $R_x(\tau)$ или взаимных корреляционных $R_{xy}(\tau)$ функций, где τ —сдвиг во времени между двумя сечениями $x(t)$ и $x(t + \tau)$ процесса, а также реализациями $x(t)$ и $y(t + \tau)$ совместно эргодических процессов. Распределения вероятностей, плотностей вероятностей и их характеристические функции так до настоящего времени не находили. В докладе приводятся известные и введенные автором определения этих характеристик.

Одномерное распределение вероятности $w_1[X]$ выражается через одномерную плотность распределения вероятности $w_1[X]$, и определено выражением [2–4]

$$w_1[X] = \int_{-\infty}^X w_1[Z] dZ = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T 1[X - x(t)] dt, \quad (1)$$

где $1[X - x(t)] = \begin{cases} 0, & X < x(t); \\ 1, & X > x(t) \end{cases}$ — единичная функция [5]; $2T$ — длительность реализации $x(t)$.



Аналогично определяется двумерное распределение вероятности $W_2[X_1; X_2, \tau]$ через соответствующую плотность распределения вероятности $w_2[X_1; X_2, \tau]$ в виде [2–4]

$$W_2[X_1; X_2, \tau] = \int_{-\infty}^{X_1} \int_{-\infty}^{X_2} w_2[Z_1; Z_2, \tau] dZ_1 dZ_2 = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T 1[X_1 - x(t)] 1[X_2 - x(t + \tau)] dt. \quad (2)$$

Наконец n -мерное распределение вероятности $W_n[X_1; X_2, \tau_{12}; \dots; X_n, \tau_{1n}]$ определяется следующим образом [2–4]

$$\begin{aligned} W_n[X_1; X_2, \tau_{12}; \dots; X_n, \tau_{1n}] &= \int_{-\infty}^{X_1} \dots \int_{-\infty}^{X_n} w_n[Z_1; Z_2, \tau_{12}; \dots; Z_n, \tau_{1n}] dZ_1 \dots dZ_n = \\ &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T 1[X_1 - x(t)] 1[X_2 - x(t + \tau_{12})] \dots 1[X_n - x(t + \tau_{1n})] dt, \end{aligned} \quad (3)$$

где $\tau_{1i} = t_i - t_1$ – временной сдвиг между первым и i -м сечениями процесса, $i = 2, 3, \dots, n$.

Двумерное взаимное распределение вероятности $W_2[X; Y, \tau]$ совместно эргодических процессов с реализациями $x(t)$ и $y(t + \tau)$ выражается через двумерную взаимную плотность распределения вероятности $w_2[X; Y, \tau]$ и вводится следующим образом [2–4]

$$W_2[X; Y, \tau] = \int_{-\infty}^X \int_{-\infty}^Y w_2[Z; H, \tau] dZ dH = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T 1[X - x(t)] 1[Y - y(t + \tau)] dt. \quad (4)$$

Одномерная плотность распределения вероятности $w_1[X]$ находится из определения (1) и равна [2–4]

$$w_1[X] = \frac{dW_1[X]}{dX} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T \delta[X - x(t)] dt, \quad (5)$$

где $\delta[X - x(t)] = \begin{cases} \infty, & X = x(t); \\ 0, & X \neq x(t) \end{cases}$ – дельта-функция Дирака, которая связана с единичной функцией $1[X - x(t)]$ следующими соотношениями [5]:

$$\delta[X - x(t)] = \frac{d1[X - x(t)]}{dX} \quad \text{и} \quad 1[X - x(t)] = \int_{-\infty}^X \delta[Y - x(t)] dY$$

Двумерная плотность распределения вероятности $w_2[X_1; X_2, \tau]$ находится из выражения (2) и равна [2–4]



$$w_2[X_1; X_2, \tau] = \frac{d^2 W_2[X_1; X_2, \tau]}{dX_1 dX_2} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T \delta[X_1 - x(t)] \delta[X_2 - x(t + \tau)] dt,$$

а n-мерная плотность распределения вероятности $w_n[X_1; X_2, \tau_{12}; \dots; X_n, \tau_{1n}]$ из выражения (3) [2–4]

$$\begin{aligned} w_n[X_1; X_2, \tau_{12}; \dots; X_n, \tau_{1n}] &= \frac{d^n W_1[X_1; X_2, \tau_{12}; \dots; X_n, \tau_{1n}]}{dX_1 \dots dX_n} = \\ &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T \delta[X_1 - x(t)] \delta[X_2 - x(t + \tau_{12})] \dots \delta[X_n - x(t + \tau_{1n})] dt. \end{aligned}$$

Двумерная взаимная плотность распределения вероятности $w_2[X; Y, \tau]$ совместно эргодических процессов согласно (4) равна [2–4]

$$w_2[X; Y, \tau] = \frac{d^2 W_2[X; Y, \tau]}{dX dY} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T \delta[X - x(t)] \delta[Y - y(t + \tau)] dt. \quad (6)$$

Одномерная характеристическая функция $\theta_1[j\nu]$ согласно (5) равна [2–4]

$$\theta_1[j\nu] = \int_{-\infty}^{\infty} w_1[X] e^{j\nu X} dX = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T e^{j\nu x(t)} dt.$$

Аналогично определяется n-мерная характеристическая функция $\theta_n[j\nu_1; j\nu_2, \tau_{12}; \dots; j\nu_n, \tau_{1n}]$ [2–4]

$$\begin{aligned} \theta_n[j\nu_1; j\nu_2, \tau_{12}; \dots; j\nu_n, \tau_{1n}] &= \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} w_n[X_1; X_2, \tau_{12}; \dots; X_n, \tau_{1n}] \times \\ &\times e^{j(\nu_1 X_1 + \nu_2 X_2 + \dots + \nu_n X_n)} dX_1 \dots dX_n = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T e^{j[\nu_1 x(t) + \nu_2 x(t + \tau_{12}) + \dots + \nu_n x(t + \tau_{1n})]} dt. \end{aligned}$$

Двумерная взаимная характеристическая функция $\theta_2[j\nu; j\eta, \tau]$ совместно эргодических процессов вводится аналогично и с учетом (6) равна

$$\theta_2[j\nu; j\eta, \tau] = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} w_2[X; Y, \tau] e^{j(\nu X + \eta Y)} dX dY = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T e^{j[\nu x(t) + \eta y(t + \tau)]} dt.$$

Введенные определения распределений позволили получить с их помощью хорошо известные определения вероятностных характеристик случайных процессов [6, 7]: математическое ожидание

$$m_x = \int_{-\infty}^{\infty} X w_1[X] dX = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T x(t) dt,$$

дисперсию

$$D_x = \int_{-\infty}^{\infty} (X - m_x)^2 w_1[X] dX = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T [x(t) - m_x]^2 dt,$$

корреляционную функцию



$$R_x(\tau) = \int \int_{-\infty}^{\infty} (X_1 - m_x)(X_2 - m_x) w_2[X_1; X_2, \tau] dX_1 dX_2 = \\ = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T [x(t) - m_x][x(t + \tau) - m_x] dt,$$

взаимную корреляционную функцию двух процессов

$$R_{xy}(\tau) = \int \int_{-\infty}^{\infty} (X - m_x)(Y - m_y) w_2[X; Y, \tau] dX dY = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T [x(t) - m_x][y(t + \tau) - m_y] dt.$$

Вытекающие из них спектральные характеристики случайного процесса определяются следующим образом: спектральная плотность мощности

$$S_x(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} B_x(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau = \int_{-\infty}^{\infty} R_x(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau + m_x^2 2\pi\delta(\omega),$$

взаимная спектральная плотность мощности двух процессов

$$S_{xy}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} B_{xy}(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau = \int_{-\infty}^{\infty} R_{xy}(\tau) e^{-j\omega\tau} d\tau + m_x m_y 2\pi\delta(\omega).$$

Таким образом, введенные определения распределений вероятностей и плотностей распределений вероятностей существенно расширяют возможности описания эргодических случайных процессов. Они позволяют не только получить с их помощью известные моментные характеристики случайных процессов, но и ввести характеристические функции, которые для описания эргодических процессов практически не применялись [8].

Литература

1. ГОСТ 21878–76 Случайные процессы и динамические системы. Термины и определения.–Введ. 1.07.77 г.–М.: Изд-во стандартов, 1976.– 30 с.
2. Заико А. И. Случайные процессы. Модели и измерения: учеб. пособие.– М.: МАИ, 2006.– 297 с.
3. 72200700005 Случайный процесс Заико А.И. с равномерным законом распределения. Математическая модель / А.И. Заико. Зарег. 28.02.07 г.; ФГУП «ВНТИЦ».– 10 с.
4. Заико А. И. Определения и алгоритмы измерения характеристик эргодических случайных процессов // Метрология.– 2003.– № 4.– С. 3–5.
5. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники.– Кн. 1.– М.: Сов. Радио. 1974.– 552 с.
6. Грибанов Ю. И., Мальков В. Л. Погрешности и параметры цифрового спектрально-корреляционного анализа.– М.: Радио и связь, 1984.– 160 с.
7. Ланге Ф. Г. Статистические аспекты построения измерительных систем.– М.: Радио и связь, 1981.– 168 с.
8. Заико А. И. Определения характеристик эргодических случайных процессов // Труды междунар. конф. «Датчики и системы: методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации».– Пенза: ПГУ, 2012.– С. 104.



АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОБИЛЬНЫХ АГЕНТОВ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В работе [1] охарактеризован класс задач моделирования распространения мобильных агентов в технических сетях и описаны основные способы их решения. Некоторые из этих задач восходят к классическим, хорошо исследованным моделям «эпидемического распространения», «гибели и размножения», «межвидовой конкуренции» [2]. Однако особый интерес представляет исследование не реализуемого в живой природе, но встречающегося в технических сетях противодействия «агент - контрагент» (например, «сетевой червь – контрчервь»). Основное отличие от классических моделей заключается в целенаправленном поведении мобильных агентов обоих типов, причем ими могут применяться различные стратегии - см. рис. 1.

Стратегии поиска целей:

A (active) - активно сканирует адресное пространство, например, случайным образом;

P (passive) - пассивно ждет попытки нападения с другого узла сети и только тогда «контратакует».

Стратегии размножения:

S (susceptible) - заражает «здоровые» узлы;

I (infected) - заражает только узлы, на которых присутствует конкурирующий агент.

Стратегии борьбы с конкурирующим агентом:

R (remove) - удаляет конкурента;

V (vaccinate) - «вакцинирует» узел, делая его невосприимчивым для дальнейших заражений.

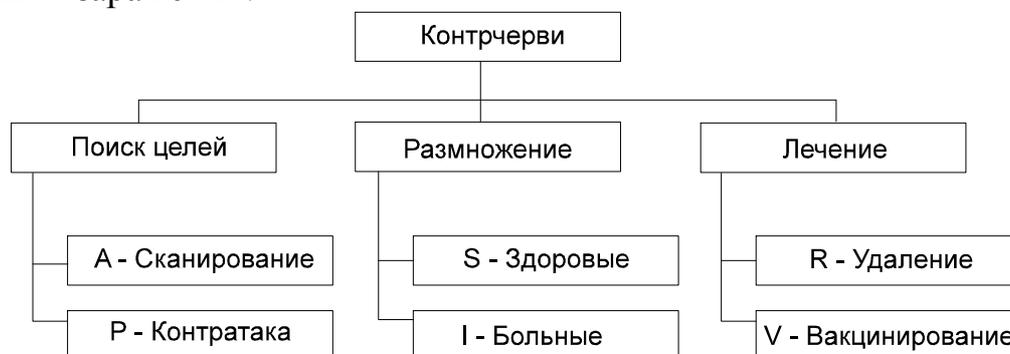


Рис. 1. Классификация стратегий поведения «контрагентов»

Все модели «контрагентов» являются обобщениями рассмотренных в [1,2,4] классических SIR- и SIS-моделей. При этом состояние R соответствует узлу сети, зараженному, вылеченному и вакцинированному «контрагентом». На



практике реализуются не все возможные комбинации стратегий, так как, например, комбинации без «RV» соответствуют встречающейся в биологии модели «межвидовой конкуренции», где «победа» какой-либо из сторон не гарантирована. Ниже приведены только модели, гарантированно приводящие к подавлению «агентов» со стороны «контрагентов».

«ARV» - модель с активным поиском целей, лечением и «вакцинированием» пораженного узла сети, но без саморазмножения «контрагентов» (классическая модель Кермака-МакКендрика, 1927 г.).

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial I(t)}{\partial t} &= \beta I(t) \left(\frac{N - I(t) - R(t)}{N} \right) - \gamma I(t); \\ \frac{\partial R(t)}{\partial t} &= \gamma I(t). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь и далее N – размер адресного пространства; T – время; I – множество инфицированных, S – множество здоровых, R – множество «вылеченных» узлов; $I_0 = R_0 = 1$ - начальные условия; β и γ - интенсивности размножения агентов и контрагентов, соответственно.

«ASIRV» активно сканирует адресное пространство, заражая все, что возможно. Узлы, ранее зараженные контрагентом, лечит и вакцинирует. Соответствующая система дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial R(t)}{\partial t} &= R(t) \gamma \left(\frac{N - R(t)}{N} \right); \\ \frac{\partial I(t)}{\partial t} &= I(t) \beta \left(\frac{N - I(t) - R(t)}{N} \right) - R(t) \gamma \frac{I(t)}{N}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

«PIRV» ждет попытки нападения со стороны узла сети, зараженного контрагентом, замещает собой «соперника» и вакцинирует систему. Этому поведению соответствует система:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial R(t)}{\partial t} &= \gamma I(t) \frac{R(t)}{N}; \\ \frac{\partial I(t)}{\partial t} &= \gamma I(t) \left(\frac{N - R(t) - I(t)}{N} \right) - \gamma I(t) \frac{R(t)}{N}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

«APSIRV» реализует комбинацию всевозможных стратегий поиска цели, заражения и противодействия контрагенту, включая активный поиск и «контратаку». Система дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial R(t)}{\partial t} &= \gamma R(t) \left(\frac{N - R(t)}{N} \right) + \beta I(t) \frac{R(t)}{N}; \\ \frac{\partial I(t)}{\partial t} &= \beta I(t) \left(\frac{N - R(t) - I(t)}{N} \right) - \beta I(t) \frac{R(t)}{N} - \gamma R(t) \frac{I(t)}{N}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

На рис. 2 приведены численные решения систем уравнений для $\beta = 2$, $\gamma = 1$, $N = 100$. Под номером (1) приводится кривая поведения



контрагента для классической SIR-модели Кермака-МакКендрика, а номера (2), (3) и (4) характеризуют результаты воздействия на него со стороны «PIRV-», «ASIRV-» и «APSIRV-контрагентов», соответственно.

Фактически, модель Кермака-МакКендрика описывает традиционное взаимодействие «вирус-антивирус». Однако кажущаяся эффективность метода сталкивается с невозможностью реализации отношения $\rho = \gamma/\beta = 0.5$, так как на практике $\beta \gg \gamma$ (см. /3/). В то же время модели «PIRV», «ASIRV» и «APSIRV» вполне реализуемы даже при $\beta=\gamma$, что дает им на практике некоторое преимущество. Успешное применение модели «PIRV», например, продемонстрировано в ходе подавления в 2003 г. контрчервом *Welchia* эпидемии сетевого червя Lovesan (он же MSBlast и Blaster) [4].

Рассмотренные модели соответствуют «гомогенной» структуре сети [1,4]. Для изучения противодействия в «безмасштабных» и «случайных» сетях требуются иные методы моделирования (имитационные и натурные), что планируется реализовать в дальнейшем.

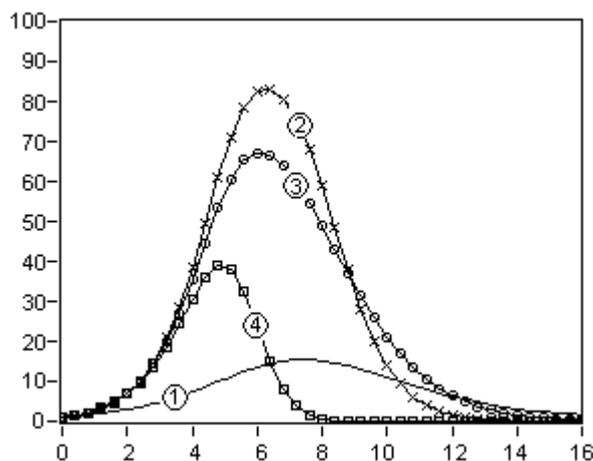


Рис. 2. Кривые размножения агентов, подавляемых «контрагентами»

Литература

1. Климентьев К.Е., Помянский Р.В. Три подхода к моделированию сетевых эпидемий // В сб. «ПИТ-12» - Самара: Самар. гос. Аэрокосм. ун-т, 2012. – С. 31-34.
2. Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. Динамические системы и модели биологии. - М.: Физматлит, 2010. – 400 с.
3. Weaver N.C. Warhol Worms: The potential for very fast internet plagues? - 2001. - Режим доступа: <http://www1.icsi.berkeley.edu/nweaver/papers/warhol/warhol.html>.
4. Климентьев К.Е. Компьютерные вирусы и антивирусы: взгляд программиста. – М.: ДМК-Пресс, 2013. – 656 с.



А.П. Котенко, М.Б. Букаренко

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЕЧНЫМИ АВТОМАТАМИ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С РАЗЛИЧИМЫМИ КАНАЛАМИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
 С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В нотификации [1, 2] рассмотрим систему массового обслуживания (СМО) с различными каналами (имеющими, к примеру, разную пропускную способность или отдельные очереди) сигнатуры $T=T(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k; m_1, m_2, \dots, m_k)$, где μ_i – пропускная способность, m_i – число мест в очереди i -го канала, $i \in \overline{1, k}$; $k > 0$. Оптимизация работы системы по среднему времени обслуживания заявок и минимизации вероятности отказа достигается с помощью следующего протокола диспетчеризации входных заявок.

Пусть очередная входная заявка обнаруживает систему в состоянии $(x_1, x_2, \dots, x_k; y_1, y_2, \dots, y_k)$, не являющемся состоянием отказа $(1, 1, \dots, 1; m_1, m_2, \dots, m_k)$, где $x_i = 1$, если i -й канал занят, $x_i = 0$, если свободен, y_i соответствует наполненности очереди этого канала. В случае, если существует один и только один канал (с номером i), способный принять заявку, то заявка направляется к нему. В противном случае оптимальным считаем выбор i -го канала обслуживания, способного обработать заявку с минимальным средним суммарным временем T обслуживания попавших в него заявок.

СМО с детерминированной диспетчеризацией и недетерминированной выработкой сигналов на освобождение приборов. Далее рассмотрим 2-канальную СМО с различными каналами пропускной способности $\mu_1 > \mu_2$ без очереди $T=T(\mu_1, \mu_2; 0, 0)$. Представим её поведение в дискретном времени недетерминированным конечным автоматом (НКА) $K(S, A)$ с алфавитом внутренних состояний $S=\{(00), (01), (10), (11)\}$ без выделенных начального и конечного состояний, входным алфавитом $A=\{0, 1\}$ и пустым выходным алфавитом. Буква 1 входного алфавита A соответствует приходу заявки в систему, а 0 – выработке сигнала освобождения заявки одним из каналов.

Рассмотрим все сочетания стохастической природы дуг орграфа, представленные (не)детерминированными конечными автоматами.

При детерминированной диспетчеризации входных заявок получим для $a=a(n)$, $s_1=s_1(n)$, $s_2=s_2(n)$ нелинейные нестационарные рекурсивные стохастические булевы функции в правой части уравнений состояний НКА $K(S, A)$:

$$s_1(n+1) = \begin{array}{|c|c|} \hline a \oplus s_1 s_2 \oplus a s_1 s_2 & a \\ \hline q_1 & q_2 \\ \hline \end{array}, \quad s_2(n+1) = \begin{array}{|c|c|} \hline a \oplus a s_1 \oplus a s_1 s_2 & a \oplus s_1 s_2 \oplus a s_1 \\ \hline q_1 & q_2 \\ \hline \end{array}.$$

Тогда *рекурсивную* (то есть разрешимую последовательно) систему линейных рекурсивных нестохастических уравнений состояний автомата $K(S, A_1)$



получим из соответствующей таблицы истинности при входном сигнале $a_1(n)a_2(n) = a_1a_2 \in A_1$:

$$\begin{aligned} s_1(n+1) &= a_1 \oplus a_1a_2 \oplus a_2s_1 \oplus a_1a_2s_1 = \alpha_n \oplus \beta_n s_1(n), \\ s_2(n+1) &= a_1s_1 \oplus a_1a_2s_1 \oplus a_2s_2 \oplus s_2 \oplus a_1a_2s_1s_2 = \gamma_n \oplus \delta_n s_2(n), \end{aligned}$$

где $\alpha_n := \overline{a_1a_2}$, $\beta_n := \overline{a_1}a_2$, $\gamma_n := a_1\overline{a_2}s_1$, $\delta_n := \overline{a_2} \oplus a_1a_2s_1$.

Отсюда получим явный вид уравнений состояний

$$s_1(n+1) = \sum_{t=0}^n \alpha_{n-t} \prod_{\tau=0}^{t-1} \beta_{n-\tau} \oplus s_1(0) \prod_{\tau=0}^n \beta_{n-\tau}, \quad s_2(n+1) = \sum_{t=0}^n \gamma_{n-t} \prod_{\tau=0}^{t-1} \delta_{n-\tau} \oplus s_2(0) \prod_{\tau=0}^n \delta_{n-\tau}.$$

Здесь для универсальности обозначений полагается равенство $\prod_{\tau=0}^{-1} \beta_{n-\tau} := 1$.

Поскольку, $\prod_{\tau=0}^n \beta_{n-\tau} = 0$, если $\exists k \in \overline{0, n} : \beta_k = \overline{a_1}a_2(k) = 0$;

$$\prod_{\tau=0}^n \delta_{n-\tau} = 0, \text{ если } \exists k \in \overline{0, n} : \delta_k = \overline{a_2} \oplus a_1a_2s_1(k) = 0,$$

то явные уравнения состояний примут окончательный вид:

$$\begin{aligned} s_1(n+1) &= \begin{cases} \sum_{t=0}^n \alpha_{n-t} \oplus s_1(0) \leftarrow (\forall k \in \overline{0, n} \Rightarrow \beta_k = \overline{a_1}a_2 = 1), \\ \sum_{t=0}^{m-1} \alpha_{n-t} \leftarrow (m \leq n) \wedge (\forall k \in \overline{0, m-1} \Rightarrow \beta_k = \overline{a_1}a_2 = 1) \wedge (\beta_m = 0); \end{cases} \\ s_2(n+1) &= \begin{cases} \sum_{t=0}^n \gamma_{n-t} \oplus s_2(0) \leftarrow (\forall k \in \overline{0, n} \Rightarrow \delta_k = \overline{a_2} \oplus a_1a_2s_1 = 1), \\ \sum_{t=0}^{m-1} \gamma_{n-t} \leftarrow (m \leq n) \wedge (\forall k \in \overline{0, m-1} \Rightarrow \delta_k = 1) \wedge (\delta_m = \overline{a_2} \oplus a_1a_2s_1 = 0). \end{cases} \end{aligned}$$

СМО со стохастической диспетчеризацией входных заявок и выработкой сигналов на освобождение приборов. В общем случае стохастического поведения пропускной способности дуг, выходящих из вершин (00) и (11), уравнения перехода зависят от совместного распределения вероятностей переходов по этим четырём дугам. В этом случае получим рекурсивные стохастические булевы функции в правых частях уравнений состояний НКА

$$\begin{aligned} s_1(n+1) &= \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline a \oplus s_1s_2 \oplus as_1s_2 & a & s_1s_2 \oplus as_1 \oplus as_2 & as_1 \oplus as_2 \oplus as_1s_2 \\ \hline q_1p_1 & q_2p_1 & q_1p_2 & q_2p_2 \\ \hline \end{array}, \\ s_2(n+1) &= \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline a \oplus as_1 \oplus as_1s_2 & a \oplus s_1s_2 \oplus as_1 & a & a \oplus s_1s_2 \oplus as_1s_2 \\ \hline q_1p_1 & q_2p_1 & q_1p_2 & q_2p_2 \\ \hline \end{array}. \end{aligned}$$

Построим изоморфный ДКА $K(S, A_2)$ со входным алфавитом $A_1 = \{00, 01, 10, 11\}$, обозначив буквой 00 сигнал освобождения канала 1 (в том числе «холостой ход» при простое (01) этого канала), буквой 01 – сигнал освобождения канала 2 (в том числе «холостой ход» при простое (10) этого канала), буквой 10 – сигнал прихода входной заявки, которую может обработать только канал 1, буквой 11 – сигнал прихода входной заявки, которую может обработать только канал 2. Отношение вероятностей появления букв 00 и 01 во вход-



ном потоке сигналов ДКА $K(S, A_2)$ равно q_1/q_2 , а отношение вероятностей появления букв 10 и 11 во входном потоке сигналов равно p_1/p_2 .

Аналогично первому случаю, составим таблицу истинности детерминированных булевых функций $s_1(n+1)$ и $s_2(n+1)$ ДКА $K(S, A_2)$ и выведем из их СДНФ линейные независимые рекурсивные детерминированные уравнения состояний

$$s_1(n+1) = a_1 \oplus a_1 a_2 \oplus a_2 s_1 = \alpha(n) \oplus \beta(n) s_1(n),$$

$$s_2(n+1) = s_2 \oplus a_2 s_2 \oplus a_1 a_2 = \gamma(n) \oplus \delta(n) s_2(n),$$

где $\alpha(n) := a_1 \overline{a_2}$, $\beta(n) := a_2$, $\gamma(n) := a_1 a_2$, $\delta(n) := \overline{a_2}$.

Отсюда получим явный вид уравнений состояний:

$$s_1(n+1) = \begin{cases} \sum_{t=0}^n \alpha(n-t) \oplus s_1(0) \leftarrow (\forall k \in \overline{0, n} \Rightarrow \beta(k) = a_2(k) = 1), \\ \sum_{t=0}^{m-1} \alpha(n-t) \leftarrow (m \leq n) \wedge (\forall k \in \overline{0, m-1} \Rightarrow \beta(k) = a_2(k) = 1) \wedge (\beta(m) = a_2(m) = 0); \end{cases}$$

$$s_2(n+1) = \begin{cases} \sum_{t=0}^n \gamma(n-t) \oplus s_2(0) \leftarrow (\forall k \in \overline{0, n} \Rightarrow \delta(k) = \overline{a_2(k)} = 1), \\ \sum_{t=0}^{m-1} \gamma(n-t) \leftarrow (m \leq n) \wedge (\forall k \in \overline{0, m-1} \Rightarrow \delta(k) = \overline{a_2(k)} = 1) \wedge (\delta(m) = \overline{a_2(m)} = 0). \end{cases}$$

СМО со стохастической диспетчеризацией и детерминированной выработкой сигналов на освобождение приборов. При недетерминированной диспетчеризации входных заявок с вероятностью $p_1 < 1$ перехода по оптимальной дуге $(00) \rightarrow (10)$ и вероятностью $p_2 = 1 - p_1 > 0$ перехода по неоптимальной дуге $(00) \rightarrow (01)$ введём детерминированную диспетчеризацию выходных заявок: $q_1 = 1, q_2 = 0$.

Из таблицы истинности стохастических булевых функций $s_1(n+1)$ и $s_2(n+1)$ НКА $K(S, A)$ с двумя стохастическими дугами $(00) \rightarrow (10)$ и $(00) \rightarrow (01)$ получим нелинейные нестационарные рекурсивные стохастические булевы функции в правой части уравнений состояний НКА $K(S, A)$ с двумя оставшимися недетерминированными переходами $(00) \rightarrow (10)$ и $(00) \rightarrow (01)$:

$$s_1(n+1) = \begin{array}{|c|c|} \hline a \oplus s_1 s_2 \oplus a s_1 s_2 & a s_1 \oplus a s_2 \oplus s_1 s_2 \\ \hline p_1 & p_2 \\ \hline \end{array}, \quad s_2(n+1) = \begin{array}{|c|c|} \hline a s_1 \oplus a s_2 \oplus a s_1 s_2 & a \\ \hline p_1 & p_2 \\ \hline \end{array}.$$

Тогда уравнения состояний автомата $K(S, A_3)$ получим из таблицы истинности детерминированных булевых функций $s_1(n+1)$ и $s_2(n+1)$ при входном сигнале $a_1(n) a_2(n) = a_1 a_2 \in A_3$:

$$s_1(n+1) = a_1 a_2 \oplus a_1 s_1 \oplus a_1 a_2 s_1 \oplus s_1 s_2 \oplus a_1 s_1 s_2 \oplus a_2 s_1 s_2 \oplus a_1 a_2 s_1 s_2 = \alpha(n) \oplus \beta(n) s_1(n),$$

$$s_2(n+1) = a_1 \oplus a_1 a_2 \oplus a_1 a_2 s_2 = \gamma(n) \oplus \delta(n) s_2(n),$$

где $\alpha(n) := a_1(n) a_2(n)$, $\beta(n) := \overline{a_2(n)} [a_1(n) \oplus \overline{a_1(n)} s_2(n)]$, $\gamma(n) := a_1(n) \overline{a_2(n)}$, $\delta(n) := a_1(n) a_2(n)$.



Таким образом получим явный вид уравнений состояний

$$s_1(n+1) = \begin{cases} \sum_{t=0}^n \alpha(n-t) \oplus s_1(0) \leftarrow (\forall k \in \overline{0, n} \Rightarrow \beta(k) = \overline{a_2(k)} [a_1(k) \oplus \overline{a_1(k)} s_2(k)] = 1), \\ \sum_{t=0}^{m-1} \alpha(n-t) \leftarrow (m \leq n) \wedge (\forall k \in \overline{0, m-1} \Rightarrow \beta(k) = 1) \wedge (\beta(m) = 0); \end{cases}$$

$$s_2(n+1) = \begin{cases} \sum_{t=0}^n \gamma(n-t) \oplus s_2(0) \leftarrow (\forall k \in \overline{0, n} \Rightarrow \delta(k) = a_1(k) a_2(k) = 1), \\ \sum_{t=0}^{m-1} \gamma(n-t) \leftarrow (m \leq n) \wedge (\forall k \in \overline{0, m-1} \Rightarrow \delta(k) = 1) \wedge (\delta(m) = 0). \end{cases}$$

Заключение. Выкладки аналогично переносятся на случай большего числа каналов обслуживания, наличия очередей, а также совместного стохастического поведения параметров каналов обслуживания. Несмотря на значительное усложнение неклассического орграфа СМО явный вид уравнений переходов состояний позволяет проводить имитационное моделирование как в случае простейших, так и произвольных случайных процессов поступления и обработки заявок.

Литература

1. Котенко А.П. Аналитическое описание систем массового обслуживания с использованием колец вычетов [Текст] / А.П. Котенко, М.Б. Букаренко // Труды VII Всероссийской научной конференции «Математическое моделирование и краевые задачи». – Самара: Изд-во СамГТУ, 2010. – С. 136-140.
2. Букаренко М.Б. Система массового обслуживания с отдельными очередями к каналам [Текст] / М.Б. Букаренко // Тезисы 42-й Всероссийской конференции «Современные проблемы математики». – Екатеринбург: Институт математики и механики УрО РАН, 2011. – С. 11-13.

Д.А. Кудрявцев, И.А. Лёзин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ И ПАРАМЕТРОВ ДВУМЕРНЫХ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАВИСИМЫХ ВЕЛИЧИН

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В докладе рассматривается применение параметрической модели для определения вида и параметров двумерного распределения по имеющейся дискретной двумерной выборке. Предлагаемая методика основана на классификации законов распределения и определении параметров распределения с использованием нейронных сетей. В статье описаны используемые нейронные сети, реализованные в специальном программном обеспечении, произведены расчеты качества аппроксимации.



Доклад посвящен исследованию двумерных плотностей вероятности через построение параметрической модели неизвестного непрерывного закона распределения. При определении выражения неизвестной двумерной плотности вероятности с помощью параметрической модели по имеющейся выборке, если в данных условиях можно предполагать, что выборка распределена по какому-либо закону, необходимо решить 2 задачи:

1. Определить вид параметрической модели, адекватно описывающей представленную выборку
2. Определить неизвестные параметры модели

Учитывая, что нейронные сети являются универсальным и широко используемым механизмом при решении задач аппроксимации и классификации, в рамках дипломного проекта рассматривается возможность использования нейронных сетей при построении параметрических моделей плотностей вероятности. Таким образом, поставленные задачи решаются в 4 этапа:

1. Преобразовать исследуемую дискретную двумерную выборку в вид, удобный для работы с нейронной сетью;
2. Определить тип распределения исследуемой выборки с помощью многослойного персептрона;
3. Определить параметры распределения по методу моментов с учетом известного типа распределения;
4. Определить параметры распределения методом нейронных сетей с использованием алгоритма обучения радиально-базисной сети.

Данный подход исследования двумерных распределений можно использовать для различных видов распределений, но для упрощения генерации исходных данных и отладки алгоритмов рассматривается параметрическая модель, заданная следующим способом:

$$\begin{cases} X = X_1, \\ Y = \sqrt{1-\rho^2} \cdot X_2 + \rho^2 \cdot X_1, \end{cases} \quad (1)$$

где X_1 и X_2 – независимые величины, ρ – коэффициент корреляции.

Ограничимся рассмотрением нормального и экспоненциального одномерных законов, а также закона Вейбулла.

В качестве сети определяющей вид распределения был выбран многослойный персептрон, так как данная сеть является одной из самых универсальных, позволяющей решать задачу классификации. Для удобства формализации задачи классификации будем представлять случайную последовательность в виде частотной двумерной гистограммы с разбиением на M_x коридоров по оси x и M_y коридоров по оси y , построенной по исследуемой выборке.

Для восстановления аналитического выражения функции плотности вероятности из набора узловых точек используется алгоритм нейросетевой



аппроксимации. Для примера, в качестве базовой модели для определения коэффициентов нормального-нормального закона распределения вероятности, который был установлен на этапе классификации, берется RBF-сеть. Радиально-базисная сеть была выбрана, потому является одной из базовых нейронных сетей, и особым видом алгоритма обучения, который позволяет уже на этапе обучения определить параметры исследуемой выборки.

Литература

1. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / Осовский С.: Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
2. Лёзин И.А. «Автоматизированный комплекс аппроксимативного анализа двумерных законов распределения ортогональными полиномами и нейронными сетями» // Информационные технологии в высшем профессиональном образовании: Сборник докладов II межрегиональной научно-практической конференции / Под.ред. О.А. Тарабрина, А.В. Очеповского / Самарский государственный аэрокосмический университет – Тольятти-Самара, 2007. – С.84-87. – Библиогр.: с.87.
3. Лёзин И.А., Прохоров С.А., Лёзина И.В. «Аппроксимация двумерной плотности вероятности ортогональными полиномами»// Радиотехника и связь. Материалы четвертой международной научно-технической конференции / Саратовский государственный технический университет – Саратов, 2007. – С. 17-22. – Библиогр.: с.22.
4. Методы нормирования метрологических характеристик, оценки и контроля характеристик погрешностей средств статистических измерений. РТМ 25139-74 Текст. // Минприбор, 1974. 76 с.
5. Лёзин И.А. «Анализ погрешности измерения геометрических размеров лопаток газотурбинных двигателей» // Труды Международной конференции с элементами научной школы для молодежи. – Самара, 2010. – С. 95-99. – Библиогр.: с.99. - ISBN 978-5-7883-0851-7

Р.Ю. Макаров

О ЧИСЛЕННОМ МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КРИВОЙ ПОЛЗУЧЕСТИ НА ОСНОВЕ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ

(Самарский государственный технический университет)

Проблема прогнозирования работоспособности элементов конструкций в условиях ползучести является актуальной задачей. Однако, вследствие существенного разброса в результатах экспериментальных исследований применение детерминированных моделей и методов на их основе практически не эффективно [1-3]. Это послужило причиной развития статистических



методов, в основе которых лежат экспериментальные характеристики, полученные на начальном этапе эксплуатации конкретной конструкции.

В соответствии с разработанной теорией неупругого реологического деформирования материалов уравнение кривой ползучести $\tilde{y}(t)$ при постоянном напряжении может быть представлено в виде суммы нескольких (обычно трех) экспоненциальных составляющих [4]:

$$\tilde{y}(t) = \sum_{i=1}^3 a_i [1 - \exp(-\alpha_i t)]. \quad (1)$$

Рассмотрим построение линейно параметрической дискретной модели, связывающей в виде рекуррентной формулы несколько последовательных мгновенных значений кривой ползучести.

При равномерной с периодом τ дискретизации непрерывной функции (1) получаем ее дискретный аналог $\tilde{y}_k = \sum_{i=1}^3 a_i [1 - \exp(-\alpha_i \tau k)]$ или

$$\tilde{y}_k = a_s - \sum_{i=1}^3 a_i \mu_i^{-k}, \quad (2)$$

где $a_s = \sum_{i=1}^3 a_i$, $k = 0, 1, 2, \dots$, $\mu_i = \exp(\alpha_i \tau)$.

Подставляя в (2) вместо k значения $k-1$, $k-2$ и $k-3$, получим систему вида (3):

$$\begin{cases} \tilde{y}_{k-1} = a_s - a_1 e^{-\alpha_1 \tau k} \mu_1^{-1} - a_2 e^{-\alpha_2 \tau k} \mu_2^{-1} - a_3 e^{-\alpha_3 \tau k} \mu_3^{-1} \\ \tilde{y}_{k-2} = a_s - a_1 e^{-\alpha_1 \tau k} \mu_1^{-2} - a_2 e^{-\alpha_2 \tau k} \mu_2^{-2} - a_3 e^{-\alpha_3 \tau k} \mu_3^{-2} \\ \tilde{y}_{k-3} = a_s - a_1 e^{-\alpha_1 \tau k} \mu_1^{-3} - a_2 e^{-\alpha_2 \tau k} \mu_2^{-3} - a_3 e^{-\alpha_3 \tau k} \mu_3^{-3} \end{cases} \quad (3)$$

Решая данную систему, линейную относительно неизвестных функций $-a_i e^{-\alpha_i \tau k}$, $i = 1, 2, 3$, и подставляя в исходное соотношение (2), получим:

$$\begin{aligned} \tilde{y}_k = & (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3) \tilde{y}_{k-1} + (-\mu_1 \mu_2 - \mu_1 \mu_3 - \mu_2 \mu_3) \tilde{y}_{k-2} + \mu_1 \mu_2 \mu_3 \tilde{y}_{k-3} + \\ & + a_s (\mu_1 \mu_2 + \mu_1 \mu_3 + \mu_2 \mu_3 - \mu_1 \mu_2 \mu_3 - \mu_1 - \mu_2 - \mu_3 + 1) \end{aligned} \quad (4)$$

Таким образом, получаем линейно-параметрическую дискретную модель вида

$$\begin{cases} \tilde{y}_0 = 0, \\ \tilde{y}_1 = \lambda_5, \\ \tilde{y}_2 = \lambda_6, \\ \tilde{y}_k = \lambda_1 \tilde{y}_{k-1} + \lambda_2 \tilde{y}_{k-2} + \lambda_3 \tilde{y}_{k-3} + \lambda_4, k = \overline{3, N-1} \end{cases}, \quad (5)$$

где $\lambda_5 = a_s - a_1 e^{-\alpha_1 \tau} - a_2 e^{-\alpha_2 \tau} - a_3 e^{-\alpha_3 \tau}$, $\lambda_6 = a_s - a_1 e^{-2\alpha_1 \tau} - a_2 e^{-2\alpha_2 \tau} - a_3 e^{-2\alpha_3 \tau}$,
 $\lambda_1 = \mu_1 + \mu_2 + \mu_3$, $\lambda_2 = -\mu_1 \mu_2 - \mu_1 \mu_3 - \mu_2 \mu_3$, $\lambda_3 = \mu_1 \mu_2 \mu_3$,
 $\lambda_4 = a_s (\mu_1 \mu_2 + \mu_1 \mu_3 + \mu_2 \mu_3 - \mu_1 \mu_2 \mu_3 - \mu_1 - \mu_2 - \mu_3 + 1)$.



Для того чтобы по известным коэффициентам $\lambda_j, j=1,2,3$ линейно-параметрической дискретной модели (5) найти параметры $\alpha_i, i=1,2,3$ в уравнении кривой ползучести (1), следует вначале вычислить корни $\mu_i, i=1,2,3$ алгебраического уравнения третьей степени:

$$\mu^3 - \lambda_1 \mu^2 - \lambda_2 \mu - \lambda_3 = 0, \quad (6)$$

а затем воспользоваться формулами:

$$\alpha_i = -\frac{\ln \mu_i}{\tau}, i=1,2,3. \quad (7)$$

При параметрической идентификации кривой ползучести, с учетом естественного разброса данных ε_k в процессе эксперимента $y_k = \tilde{y}_k + \varepsilon_k$, которые содержат случайную помеху $\varepsilon_k, k=0, N-1$, где N – объем выборки, на основе модели (5) можно построить систему линейных разностных уравнений, описывающую результаты наблюдений:

$$y_k = \begin{cases} 0, \\ \lambda_5 + \varepsilon_1, \\ \lambda_6 + \varepsilon_2, \\ \lambda_1 y_{k-1} + \lambda_2 y_{k-2} + \lambda_3 y_{k-3} + \lambda_4 - \varepsilon_k - \sum_{i=1}^3 \lambda_i \varepsilon_{k-i} \end{cases} \quad (8)$$

и может быть представлена в форме обобщенной регрессионной модели:

$$\begin{cases} b = F\lambda + \eta, \\ \eta = P_\lambda \varepsilon. \end{cases} \quad (9)$$

Здесь $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_6)^T$ – вектор неизвестных коэффициентов линейно-параметрической дискретной модели; $\varepsilon = (\varepsilon_0, \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_{N-1})^T$ – N -мерный вектор случайной помехи в результатах наблюдений; $\eta = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_N)^T$ – N -мерный вектор эквивалентного случайного возмущения в стохастическом разностном уравнении; $b = (y_0, y_1, \dots, y_{N-1})^T$ – N -мерный вектор правой части; $F = [f_1 : f_2 : \dots : f_6]$ – матрица регрессоров размера $N \times 6$, столбцы которой описываются формулами: $f_1 = (0, 0, y_2, y_3, \dots, y_{N-2})^T, f_2 = (0, 0, y_1, \dots, y_{N-3})^T, f_3 = (0, 0, y_0, \dots, y_{N-4})^T, f_4 = (0, 0, 1, 1, \dots, 1)^T, f_5 = (1, \dots, 0, 0, \dots, 0)^T, f_6 = (0, 1, 0, \dots, 0)^T$.

Матрица P размера $N \times N$ в стохастическом разностном уравнении эквивалентного возмущения – нижняя треугольная. Первые три строки матрицы описываются формулой $p_{ij} = \begin{cases} 1, & j=i, \\ 0, & j \neq i. \end{cases} i = \overline{1,3}, j = \overline{1,N}$. Остальные строки матрицы P имеют вид: $p_{p+1} = (-\lambda_p, -\lambda_{p-1}, -\lambda_{p-2}, \dots, -\lambda_2, -\lambda_1, 1, 0, \dots, 0)$,



$$p_{p+2} = (0, -\lambda_p, -\lambda_{p-1}, -\lambda_{p-2}, \dots, -\lambda_2, -\lambda_1, 1, 0, \dots, 0), \dots,$$

$$p_N = (0, \dots, 0, -\lambda_p, -\lambda_{p-1}, -\lambda_{p-2}, \dots, -\lambda_2, -\lambda_1, 1).$$

В основе оценивания коэффициентов λ_j обобщенной регрессионной модели (9) лежит минимизация функционала

$$\|\hat{\varepsilon}\|^2 = \|P_\lambda^{-1}b - P_\lambda^{-1}F\hat{\lambda}\|^2 \Rightarrow \min, \quad (10)$$

очевидно, что вычисленные таким образом оценки обеспечивают также минимальное отклонение $\|y - \tilde{y}\|$ (в формате среднеквадратичного приближения) смоделированной функции, описывающей мгновенные значения \tilde{y}_k от экспериментальных данных y_k . Минимизация функционала (11) приводит к решению нормальной системы уравнений, нелинейных относительно переменных λ_j . Для этого может быть применен численный итерационный метод. На первом шаге алгоритма этого метода вычисляется начальное приближение $\hat{\lambda}^{(0)}$ - вектор МНК-оценок регрессионных коэффициентов: $\|\hat{\eta}\|^2 = \|b - F\hat{\lambda}\|^2 \Rightarrow \min$. Откуда

$$\hat{\lambda}^{(0)} = (F^T F)^{-1} F^T b. \quad (11)$$

Затем на основе этих оценок формируется матрица $P_{\hat{\lambda}^{(0)}} = P(\hat{\lambda}^{(0)})$ и вычисляется обратная матрица $P_{\hat{\lambda}^{(0)}}^{-1}$. Если подставим эту матрицу в формулу (10), то получим линейную регрессионную модель вида $P^{-1}\hat{\lambda}^{(0)} = P^{-1}\hat{\lambda}^{(0)}F\lambda + \varepsilon^{(1)}$, где $\varepsilon^{(1)} = P^{-1}\hat{\lambda}^{(0)}\eta$. При этом функционал (11) принимает вид $\|\hat{\varepsilon}^{(1)}\|^2 = \|P_{\hat{\lambda}^{(0)}}^{-1}b - P_{\hat{\lambda}^{(0)}}^{-1}F\hat{\lambda}\|^2 \Rightarrow \min$. Очевидно, что этот функционал является линейным относительно параметров λ_j . Его минимизация приводит к нормальной системе линейных алгебраических уравнений, решение которой имеет вид

$$\hat{\lambda}^{(1)} = [F^T (P_{\hat{\lambda}^{(0)}}^{-1})^T P_{\hat{\lambda}^{(0)}}^{-1} F]^{-1} F^T (P_{\hat{\lambda}^{(0)}}^{-1})^T P_{\hat{\lambda}^{(0)}}^{-1} b.$$

Вводя матрицу $\Omega_{\hat{\lambda}^{(0)}} = P_{\hat{\lambda}^{(0)}} P^T \hat{\lambda}^{(0)}$, получаем формулу для вычисления уточненного приближения $\hat{\lambda}^{(1)} = [F^T \Omega_{\hat{\lambda}^{(0)}}^{-1} F]^{-1} F^T \Omega_{\hat{\lambda}^{(0)}}^{-1} b$. Это новое приближение вектора среднеквадратичных оценок коэффициентов разностного уравнения используется для вычисления матрицы $P_{\hat{\lambda}^{(1)}} = P(\hat{\lambda}^{(1)})$ и т.д. Таким образом, в основе алгоритма численного метода среднеквадратичного оценивания коэффициентов линейно-параметрической дискретной модели лежат рекуррентные формулы

$$\hat{\lambda}^{(k)} = [F^T \Omega_{\hat{\lambda}^{(k-1)}}^{-1} F]^{-1} F^T \Omega_{\hat{\lambda}^{(k-1)}}^{-1} b, \quad (12)$$



$$\Omega_{\hat{\lambda}^{(k)}} = P_{\hat{\lambda}^{(k)}} P^T_{\hat{\lambda}^{(k)}}, \quad (13)$$

$$P_{\hat{\lambda}^{(k)}} = P(\hat{\lambda}^{(k)}), k = 1, 2, 3, \dots \quad (14)$$

Процесс вычисления продолжается до тех пор, пока не будет выполнен критерий останова $\|\hat{\lambda}^{(i+1)} - \hat{\lambda}^{(i)}\| < 0,01\|\hat{\lambda}^{(i)}\|$.

Полученные среднеквадратические оценки $\hat{\lambda}_j$ коэффициентов линейно параметрической дискретной модели (5) используются при вычислении постоустойчивых оценок параметров кривой ползучести α_i и a_i , $i = \overline{1,3}$. Для этого сначала находятся корни μ_i , $i = \overline{1,3}$, алгебраического уравнения (6): $\mu^3 + \hat{\lambda}_1\mu^2 + \hat{\lambda}_2\mu + \hat{\lambda}_3 = 0$. Затем по формулам (7) вычисляются оценки параметров $\hat{\alpha}_i = \tau^{-1} \ln \mu_i$, $i = \overline{1,3}$. На заключительном этапе по найденным $\hat{\lambda}_i$ и μ_i посредством решения системы линейных алгебраических уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{a}_1 + \hat{a}_2 + \hat{a}_3 = \frac{\hat{\lambda}_4}{1 - \sum_{i=1}^3 \hat{\lambda}_i} \\ (1 - \mu_1)\hat{a}_1 + (1 - \mu_2)\hat{a}_2 + (1 - \mu_3)\hat{a}_3 = \hat{\lambda}_5, \\ (1 - \mu_1^2)\hat{a}_1 + (1 - \mu_2^2)\hat{a}_2 + (1 - \mu_3^2)\hat{a}_3 = \hat{\lambda}_6 \end{array} \right.$$

вычисляются оценки коэффициентов \hat{a}_i , $i = \overline{1,3}$, в функции (1).

Литература

1. Зотеев В.Е. Параметрическая идентификация диссипативных механических систем на основе разностных уравнений / Под ред. Радченко В.П. – М.: Машиностроение, 2009. – 344 с.
2. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Наука, 1966. 752 с.
3. Радченко В.П., Дудкин С.А., Тимофеев М.И. Экспериментальное исследование и анализ полей неупругих микро- и макро неоднородностей сплава АД –1 // Вестник Самарского госуд. техн. университета. Серия: Физ.-матем. науки. 2002. Вып. 16. С. 111–117.
4. Радченко В.П. Энергетический подход к прогнозированию ползучести длительной прочности материалов в стохастической постановке // Проблемы прочности. 1992. №2. С 34–40.



5. Самарин Ю.П. Построение экспоненциальных аппроксимаций для кривых ползучести методом последовательного выделения экспоненциальных слагаемых // Проблемы прочности. 1974. №9. С. 24–27.

6. Радченко В.П., Зотеев В.Е. Определение динамических характеристик механической системы на основе стохастических разностных уравнений колебаний // Известия вузов. Машиностроение. 2007. №1. С. 3–10.

Б.Ж. Медетов, А.К. Иманбаева, А.А. Темирбаев

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОННЫХ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

(Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики Казахского национального университета им. аль-Фараби)

Методы анализа и моделирования автоколебаний, хаотических сигналов находят применение при решении задач проектирования радиочастотных генераторов, аналоговых и цифровых устройств обработки сигналов, а также для обнаружения новых свойств закономерностей поведения физических, биологических, химических систем. Теоретические модели позволяют оптимизировать поиск эффективных технологий, в то же время совершенствованию теории необходимы экспериментальные результаты. В данном докладе представлены результаты работ по разработке виртуального стенда для изучения динамики моделей автоколебательных систем с применением современных методов информационных технологий, физического эксперимента и теоретических методов нелинейной динамики [1-3].

Первым этапом работ было создание ядра программного обеспечения для имитационного моделирования автоколебательных систем. Как правило, в электронных схемах носителем информации о моделируемом явлении, процессе является аналоговый сигнал. Под обработкой данных подразумевается процесс извлечения этой информации из сигнала, которая может быть использована для выявления различных закономерностей, классификации или идентификации рассматриваемого явления. Для обработки сигналов, в силу своей универсальности, гибкости и наглядности, лучше всего использовать цифровые методы. Таким образом, ядро разрабатываемого модуля принципиально должен содержать следующие компоненты:

- Платформа для сбора и развертывания электронной схемы;
- АЦП – для оцифровки аналогового сигнала;
- Интерфейс управления параметрами записи сигнала в память компьютера;
- Программный комплекс для выполнения цифровой обработки сигнала и визуализации результатов данной обработки.

В нашей работе в качестве платформы для развертывания электронной схемы был выбран специальный модуль NI ELVIS II [4]. Данный выбор объясняется тем, что в его состав входит комплект виртуальных измерительных при-



боров, что сильно упрощает процесс сбора и настройки экспериментальной установки. Все возможности, предлагаемые модулем NI ELVIS II, делают его наиболее подходящим инструментом для решения задачи, связанной с обработкой экспериментальных данных, получаемых из электронных схем.

На рисунке 1 показано графическое представление интерфейса для записи экспериментальных данных в память компьютера, на рисунке 2 приведен соответствующий графический интерфейс пользователя. С помощью данного интерфейса можно задавать следующие параметры записи данных в память компьютера:

- путь и имя файла для сохранения данных;
- частота дискретизации;
- количество точек (значений сигнала) для визуального отслеживания за временной реализацией записываемого сигнала.

Временную реализацию сигнала можно смотреть на этом же интерфейсе в виде осциллограммы.

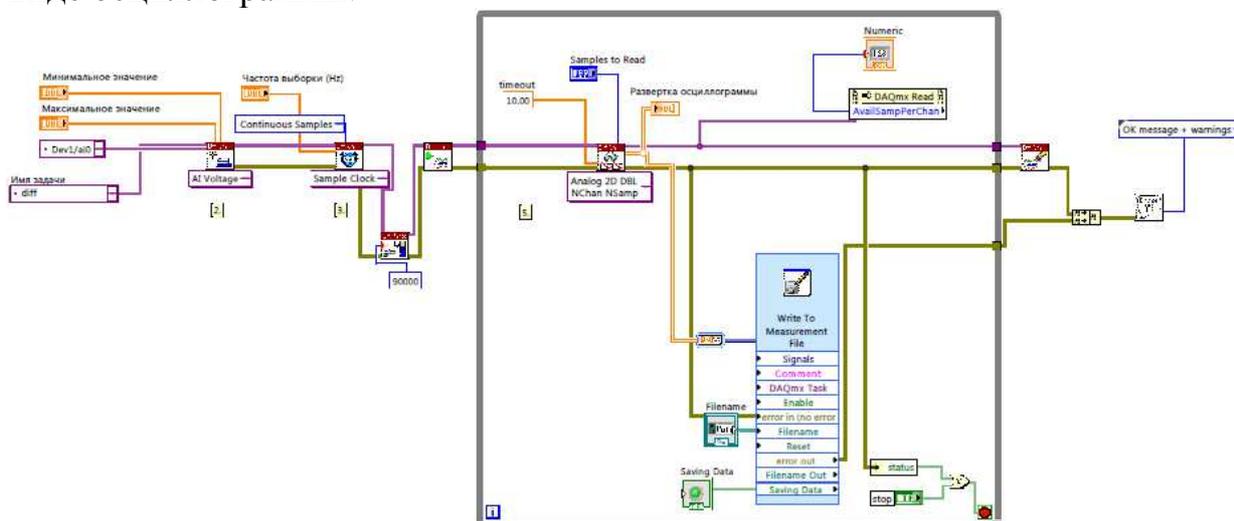


Рис. 1. Графическое представление интерфейса записи сигналов в память компьютера

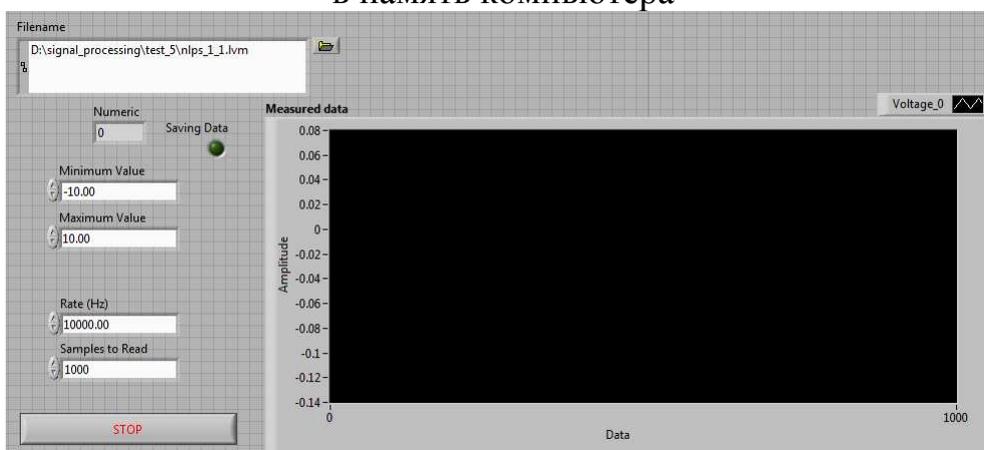


Рис. 2. Графический пользовательский интерфейс записи сигналов в память компьютера

Но для проведения всего комплекса анализа экспериментальных данных недостаточно инструментов, предлагаемых NI ELVIS II. Зачастую при анализе



временного поведения различных динамических систем помимо стандартного спектрального анализа, также требуется провести другие виды анализов, например, нелинейный анализ. С этой целью в разрабатываемый комплекс добавлен программный модуль, написанный в среде MatLab, который позволяет определять и анализировать следующие характеристики изучаемых сигналов:

- Мгновенная частота;
- Эволюция мгновенной частоты сигнала;
- Фазовая траектория сигнала.

Мгновенная частота определяется с помощью подсчета переходов через ноль по следующей формуле:

$$Z = \frac{1}{2} \sum |[\text{sign}(X_{i+1}) - \text{sign}(X_i)]|. \quad (1)$$

где X значение сигнала, а sign – знаковая функция. Мгновенная частота по своему смыслу означает максимально значимую частоту в спектре сигнала. Для определения эволюции мгновенной частоты сначала сигнал нарезается на фрагменты фиксированной длины, а затем для каждого фрагмента по формуле (1) вычисляется мгновенная частота. Далее с учетом частоты дискретизации сигнала каждому фрагменту сопоставляется некоторый временной момент измерения. И далее строится график зависимости значений мгновенной частоты от временных моментов. Таким образом, можно отслеживать во времени как меняется частотная характеристика сигнала. На рисунке 3 в качестве примера показана эволюция мгновенной частоты сигнала, полученного от электронной модели двух взаимодействующих нейронов.

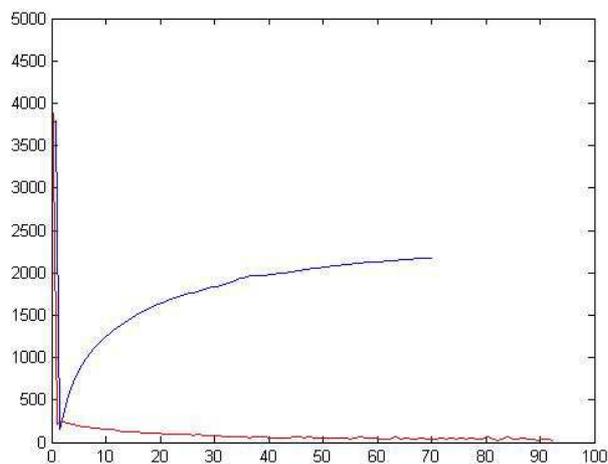


Рис. 3. Пример графического представления эволюции мгновенной частоты

Также в MatLab программе реализована возможность построения спектра мощности сигнала для любого фрагмента сигнала. Спектр мощности сигнала строится по алгоритму быстрого дискретного Фурье преобразования.

Для исключения эффекта растекания спектра по умолчанию используется окно Хэмминга, определяемое следующим образом:



$$w(n) = 0.53836 - 0.46164 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right). \quad (2)$$

Можно использовать и другие окна, к примеру, окна Ханна, Блэкмана, Кайзера и др., для этого достаточно в программе осуществить вызов соответствующих встроенных функций системы MatLab. Кроме того, перед выполнением Фурье преобразования выполняется центрирование сигнала для исключения постоянной составляющей сигнала.

Таким образом, концептуальная схема работы ядровой части системы обработки данных, получаемых в виде аналоговых электрических сигналов от электронных систем, выглядит так, как показано на рисунке 4.



Рис. 4. Концептуальная схема логики работы ядра модуля, предназначенного для обработки экспериментальных данных

Сигнал (напряжение в узлах электрической цепи) оцифровывается с помощью АЦП, встроенного в модуль NI ELVIS II, затем данный сигнал записывается в память компьютера, при этом файл записи и частота дискретизации задается пользователем на графическом интерфейсе, разработанного в системе LabVIEW. После этого запускается программа, разработанная в системе MatLab, для выполнения обработки полученного сигнала и визуализации результатов обработки.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта КН МОН РК №1509/ГФЗ.

Литература

1. Дмитриев А.С., Панас А.И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. – М.: Физматлит, 2002. - 252с.
2. Anishchenko V.S., Astakhov V.V., Neiman A.B., Vadivasova T.E., Schimansky-Geier L. Nonlinear Dynamics of Chaotic and Stochastic Systems. – Springer, 2002. - 544 p.
3. Hogan J., et al. (eds.) Nonlinear Dynamics and Chaos: Where Do We Go From Here? - Institute of Physics Publishing, 2003. - 365 p.
4. www.ni.com/ni-elvis



Т.Е. Нагорнова, М.Н. Елунин

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАР «ШЕФ – ПОДШЕФНЫЙ» ПО СОВОКУПНОСТИ РЯДА КРИТЕРИЕВ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

(Самарский государственный архитектурно-строительный университет)

Система организации научно-исследовательской работы студентов позволяет наиболее одаренным учащимся развивать свой творческий потенциал и оказывает им необходимую поддержку. Однако к массовому вовлечению студентов в исследовательскую деятельность с целью максимально полного развития ими творческого потенциала подходит достаточно формально. Поэтому задача создания такой системы не теряет своей актуальности.

Целью выполнения данной работы является разработка автоматизированной системы формирования матричной структуры студенческого коллектива, которая позволит оптимально сформировать группы студентов для осуществления ими полноценной эффективной научно-исследовательской работы. Матричная структура формируется в виде распределения студентов на пары «шеф – подшефный».

В основу разработанной системы положен математический аппарат, разработанный д.т.н., профессором Пиявским С.А. и аспирантом кафедры ПМиВТ СГАСУ Елуниным М.Н. Математический аппарат представляет собой модель оптимального формирования индивидуальных пар «шеф – подшефный». Исходными данными для расчета математической модели является система критериев, выявляющих как профессиональные и учебные компетенции студентов, так и их личностные, психологические характеристики. При формировании пар необходимо учитывать следующие факторы:

- 1) заинтересованность в сотрудничестве друг с другом как с личностями;
- 2) заинтересованность подшефного в тематике, по которой работает шеф;
- 3) объективные условия, способствующие совместной деятельности членов коллектива (из одного населенного пункта, одной школы, живут в одном общежитии, входят в одну спортивную команду);
- 4) объективные характеристики успешности деятельности членов коллектива (успеваемость, награды и пр.);
- 5) личностные характеристики, определенные методами психологического тестирования и экспертной оценкой, включая ожидаемое распределение ролей в паре «шеф – подшефный» Такими психологическими характеристиками являются: квалификация, мотивация, лидерство, чувство ответственности, саморегуляция и межличностные отношения.

Количественное выражение этих факторов и входит в основу исходных данных для формирования оптимального распределения пар «шеф - подшеф-



ный», которые, в итоге, смогут сформировать эффективный научный коллектив.

Также в математической модели учитывается, что эффективность деятельности пары будет отличаться в зависимости от различного сочетания психологических характеристик шефа и подшефного. В связи с этим введено понятие тип пары. Рассмотрено 5 типов пар:

- 1) шеф лидер;
- 2) шеф ведомый;
- 3) равно активны, оба ответственны;
- 4) равно активны, безответственны;
- 5) обычный (примерно равное лидерство, средняя ответственность).

Рассматриваемая математическая модель позволяет построить оптимальное распределение пар «шеф-подшефный» с учетом набора выше указанных разнокачественных факторов и многообразия требований, предъявляемых к качеству формируемой матричной структуры.

Эти требования выражаются в том, что для нахождения оптимальной матричной структуры нужно максимизировать три количественные характеристики:

- среднюю эффективность матричной структуры;
- гарантированный уровень эффективности каждой пары матричной структуры;
- гарантированную эффективность деятельности наиболее перспективных пар.

Эта задача решается с помощью разработанного алгоритма, состоящего в последовательном решении ряда взаимосвязанных однокритериальных задач линейного программирования.

Этот алгоритм формирования оптимальной матричной структуры положен в основу разработанной системы автоматизированного формирования пар «шеф – подшефный» для дальнейшей эффективной, совместной научно-исследовательской работы. На рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования разработанной системы, выполненная по технологии UML.

Система формирования пар «шеф – подшефный» позволит автоматизировать процесс формирования матричной структуры студенческого коллектива для совместного занятия научно-исследовательской деятельностью, а также сформирует пары наиболее оптимальным способом с наилучшим показателем эффективности, учитывая все критерии и требования, являющиеся необходимыми для этого. Кроме того, разработанная система включает в себя раздел для просмотра полученного распределения, как для студентов, так и для преподавателей и раздел по формированию отчета, в котором можно провести сравнительный анализ изменения матричной структуры и эффективности ее формирования в зависимости от семестра. Исходные данные для работы системы берутся из базы данных, содержащей результаты тестирования и опросов студентов.



Система разработана на языке С# с использованием технологии ASP.NET. В качестве базы данных использовался Microsoft SQL Server 2008 r2.

Результаты работы планируется внедрить в учебный процесс факультета информационных систем и технологий самарского государственного архитектурно-строительного университета.

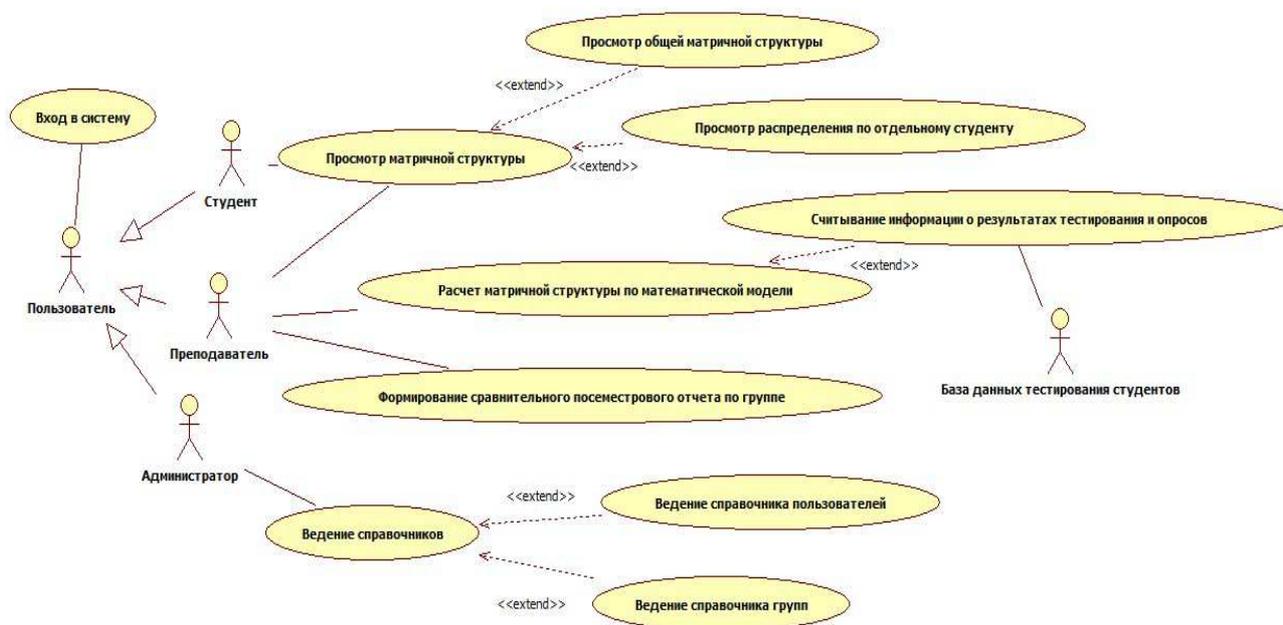


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования автоматизированной системы формирования пар «шеф – подшефный»

Литература

1. Пиявский С.А. Инновационный вуз в инфокоммуникационной среде, «Экономика. Налоги. Право», №5, 2010 – с. 78 – 82
2. С.А.Пиявский, Исследовательская деятельность студентов в инновационном вузе: учебник; СГАСУ. – Самара:2011 -198 с.
3. Пиявский С.А., Будаев Д.С., Елунин М.Н. Математическое моделирование при формировании целевых программ информатизации сферы культуры, «Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика. Материалы 65-й Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР университета за 2007 год – Самара, СГАСУ, 2008 – с. 123 - 124

В.А. Печенин, Н.В. Рузанов, М.А. Болотов

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА КООРДИНАТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В конструкции различных изделий машиностроения присутствуют детали, имеющие сложные поверхности, не описываемые элементарными функ-



циями. Для выборочного контроля и арбитражных измерений таких деталей зачастую используются трёх осевые координатно-измерительные машины (КИМ) реализующие контактный метод измерений. В работе представлена модульная программа (см. рисунок 1), позволяющая оценивать и анализировать погрешности измерения на КИМ.

Разработан модуль экспорта данных, представленных координатами измеренных и номинальных точек поверхности из системы PC-DMIS. Экспорт данных осуществляется в текстовый файл. Интерфейс модуля представлен на рисунке 2.



Рис. 1. Модули информационной системы

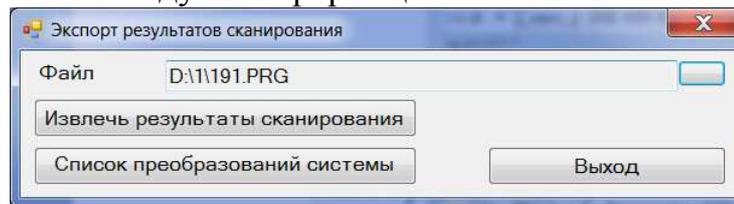


Рис. 2. Интерфейс модуля экспорта данных

С целью определения зависимостей погрешностей измерения от влияющих факторов осуществляется имитация их действия на профиль. В результате формируется имитируемый профиль. Указанную задачу решает модуль имитирования профиля измеряемого объекта. Координаты точек имитируемого профиля находятся из координат точек номинального профиля по формуле:

$$P_p = P_n + \Delta_{формы} + \Delta_{расп} \quad (1)$$

где P_p – координаты точек реального профиля;

P_n – координаты точек номинального профиля;

$\Delta_{формы}$ - погрешность формы профиля, которая находится по формуле:

$$\Delta_{формы} = \Delta_{гарм} + \Delta_{случ}; \quad (2)$$



где $\Delta_{\text{гарм}}$ - гармоническая составляющая погрешности формы профиля точек профиля, которая находится по формуле:

$$\Delta_{\text{гарм}} = A \cdot \cos((k \cdot x \cdot 2 \cdot \pi) / L_{\text{пр}}), \quad (3)$$

где A - амплитуда гармонической составляющей;
 k - количество периодов гармонической погрешности;
 $L_{\text{пр}}$ - опорная длина профиля по оси X;
 x - координата точки P_n ;

$\Delta_{\text{гарм}}$ - случайная составляющая погрешности формы профиля точек профиля;

$\Delta_{\text{расп}}$ - погрешность расположения профиля, которая находится по формуле:

$$\Delta_{\text{расп}} = \Delta_{\text{смещ}} + \Delta_{\text{пов}}, \quad (4)$$

где $\Delta_{\text{смещ}}$ - составляющая погрешности расположения, отвечающая за линейное смещение точек профиля;

$\Delta_{\text{пов}}$ - составляющая погрешности расположения, отвечающая за поворот точек профиля (характеризуется углом поворота профиля α).

Погрешность реального профиля состоит из погрешности расположения и формы профиля. Для оценки погрешности расположения используется метод наилучшего совмещения номинального и измеренного (оцененного) профилей (припасовки) (рисунок 3). Погрешность формы оценивается после метода наилучшего совмещения.

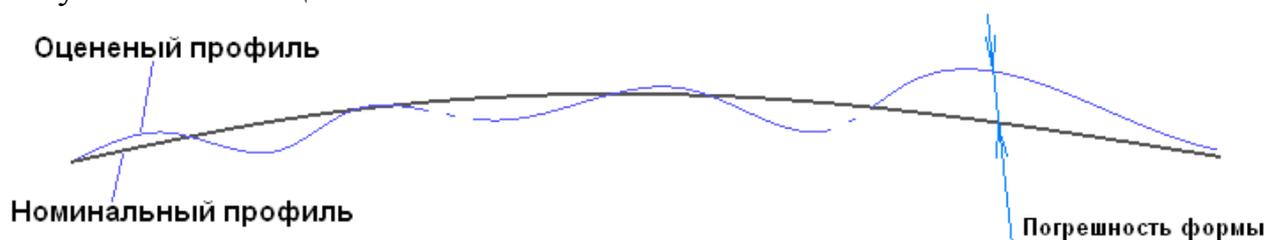


Рис. 3. Отклонений формы реального профиля от номинального значения после припасовки

Суть припасовки – найти $\Delta_{\text{смещ}}$ и $\Delta_{\text{пов}}$ (характеризуется углом поворота) оцененного профиля относительно номинального и преобразовать координаты оцененного профиля на эту погрешность расположения. Это достигается за счет минимизации расстояний между точками реального и номинального профилей.

По точкам припасованного профиля $P_{\text{пр}}$ строится сплайн (в исследовании Безье 3-й степени). Через точки номинального профиля задаются нормали, находятся точки пересечения с припасованным профилем E. Расстояния $P_n E$ характеризуют погрешность формы профиля.

Припасовка профиля (получение наиболее точных характеристик $\Delta_{\text{смещ}}$ и $\Delta_{\text{пов}}$) зависит в частности от геометрических параметров профиля. Погрешность формы является сложной величиной, поэтому ее можно охарактеризовать более простой и удобной для восприятия и оценки величиной – отклонение углов на-



клона нормалей в точках реального и номинального профилей (абсолютное и относительное). Общая блок-схема модуля построения данных для анализа погрешности получения припасовки представлена на рисунке 4.

В модуле изменяются амплитуда и период гармонической составляющей имитируемого профиля.

1 Этап характеризуется 2 модулем;

2 Этап – задание сплайнов Безье и получение точек сплайна P_{p_cn}, P_{n_cn} .

3 Этап – нахождение на сплайнах реального и номинального профилей с заданных шагом точек (переменная *step* на схеме) и нахождение нормалей в этих точках.

4 Этап – Задается цикл с условиями для нахождения абсолютных и относительных разниц углов наклона нормалей реального и номинального профилей

5 Этап – Нахождение параметров припасовки в соответствии с модулем 3.

6 Этап – Нахождение относительных отклонений параметров припасовки профилей для различных сочетаний параметров гармонической составляющей погрешности формы.

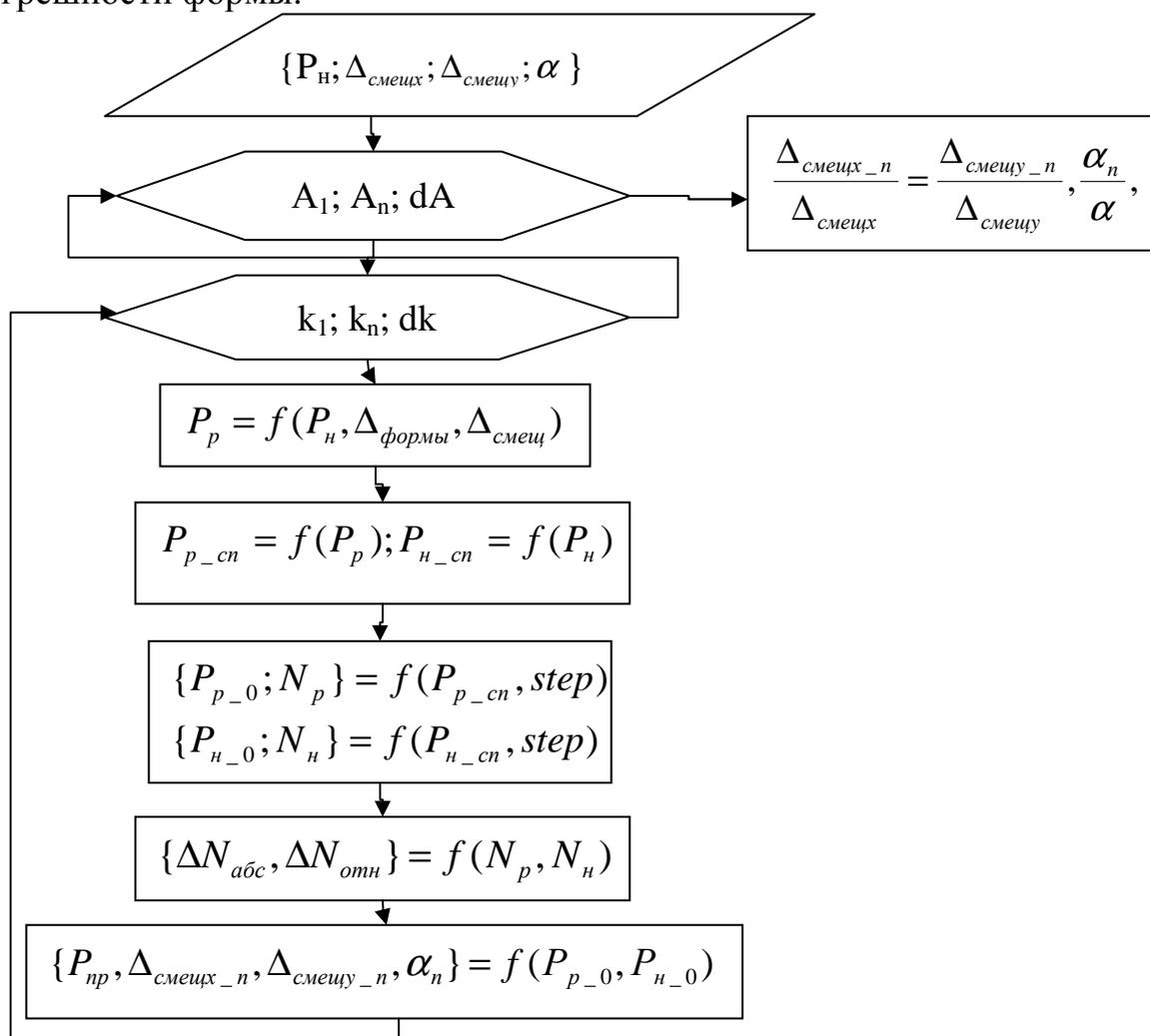


Рис. 4. Блок-схема модуля анализа зависимостей параметров припасовки от параметров формы измеряемого профиля



В процессе анализа было установлено, что изменение параметров гармонической составляющей погрешности формы влияет на получаемые параметры припасовки. Так, увеличение амплитуды (A) и частоты (k) гармонической составляющей, выражаемой отклонением углов наклона нормалей номинального и реального профилей влечет за собой снижение точности припасовки профилей. Разработанная информационная система позволит производить проводить более точные измерения деталей, имеющих сложные поверхности, важные с точки зрения функциональности (таких как лопатки компрессора и турбины, элементы камеры сгорания в ГТД).

Литература

1. Роджерс, Д. Математические основы машинной графики [Текст]/Д. Роджерс, Дж. Адамс. – М.: Мир, 2001. – 604 с.
2. Вермель, В.Д. Геометрическое обеспечение оценки точности изготовления изделий сложной формы по материалам измерений на программируемых контрольно-измерительных машинах [Текст]/ В.Д.Вермель, В.Ф.Забалуев, П.М.Николаев // Computer Graphics & Geometry. – 1999. – Т.1. № 1 – 50-74 с.
3. Rajamohan, G. Effect of probe size and measurement strategies on assessment of freeform profile deviations using coordinate measuring machine [Text]/ G. Rajamohan, M.S. Shunmugam, G.L. Samuel // Measurement. – 2011. – № 44. – Pp. 832-841.

А.Н. Полушин, А.О. Дмитриев, Р.Р. Халиулин

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ (ПАКЕТА ПРОГРАММ NX) ДЛЯ АНАЛИЗА НАГРУЗОК НА ДЕТАЛИ ГТД

(Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ)

NX предлагает систему для проектирования, инженерного анализа, создания документации, оснастки и подготовки производства для всех областей промышленности. Применение NX позволяет значительно сократить время выхода нового и технологичного изделия на рынок, повысить качество, снизить стоимость, повысить коммерческую привлекательность. NX позволяет повторно использовать опыт по всем процессам создания изделия.

В настоящее время главным требованием для бизнеса является непрерывное применение инноваций. Разработка изделия с применением цифровых методов позволяет предлагать заказчикам широкий спектр того, что им требуется. Это обеспечивает успешную конкуренцию на рынке с получением максимальной прибыли. Это обеспечивает лидерство в своей области.

NX для цифрового анализа. Преимущества перед другими программами

1. Повышение производительности инженерного анализа на 70 %;
2. Повышение качества изделий;



3. Сокращение расходов на разработку изделий и гарантийные обязательства.

Для наглядности был спроектирован распылитель для камеры сгорания и проведен инженерный анализ этого распылителя.

Цели применения цифрового метода:

1. Сокращение натуральных экспериментальных исследований при проектировании и доводки
2. Сокращение рабочего времени при проектировании
3. Получение результатов в цифровом формате

Для построения 3D модели распылителя необходимо выполнить следующее:

1. Построить эскиз оболочки распылителя по размерам.
2. Получить твердотельную модель распылителя, которая легко может быть изменена.

В частности, если конструктору будет необходимо изменить зону горения, он может в программах 1D и 2D проанализировать и переназначить количество отверстий для подвода газа, изменить диаметры и наклон отверстий. Все эти изменения легко осуществляются в NX.

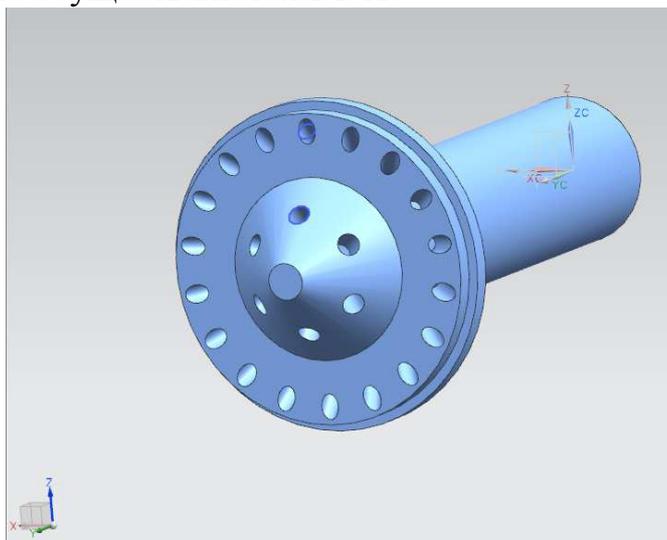


Рис. 1

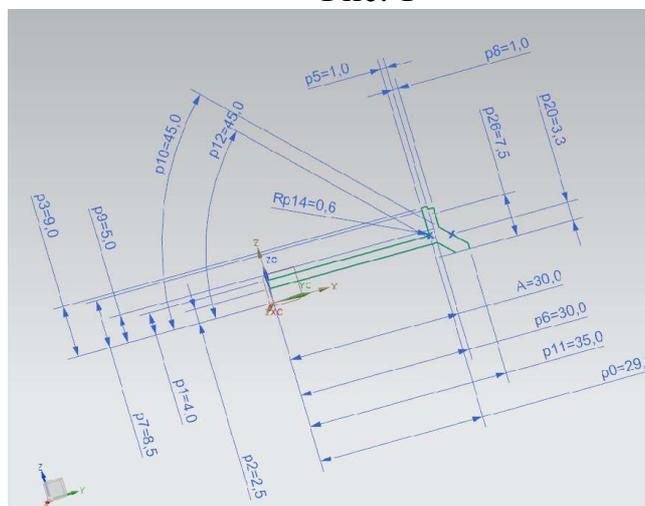


Рис. 2



Из термогазодинамического расчета двигателя определили параметры на входе в КС, из общей компоновки двигателя - тип и габаритные размеры.

Инженерный анализ NX позволяет проводить симуляцию различных физических процессов с 3D моделью.

Использование цифровых методов при проектировании различных конструкций и машин продиктовано необходимостью постоянного повышения надежности и качества изделий, а также возможностью использовать новые современные материалы, учитывать сложные условия работы современных конструкций при необходимости повышения их конкурентоспособности и надежности. В нашем случае, можем представлять процесс теплового воздействия от зоны горения на созданный распылитель.

1. Построение КЭ расчетной сетки является этапом, на котором производится дискретизация математической модели, то есть разбиение непрерывной геометрической структуры на конечные элементы.

Необходимо назначить величину и место воздействия теплового потока, а также граничные условия.

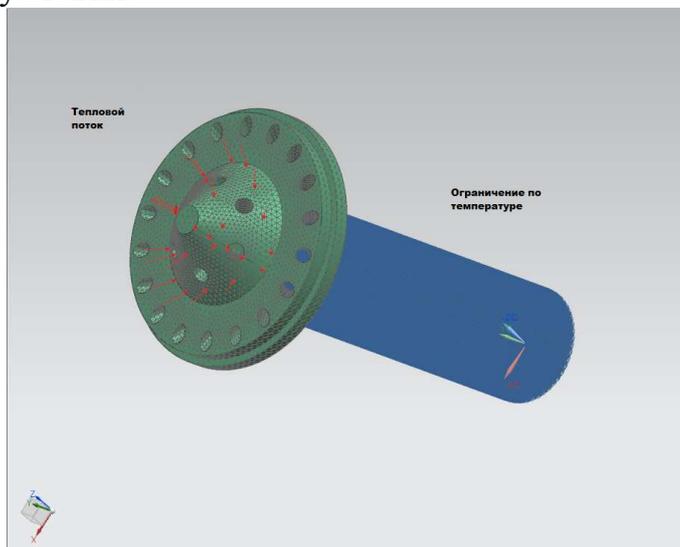


Рис. 3

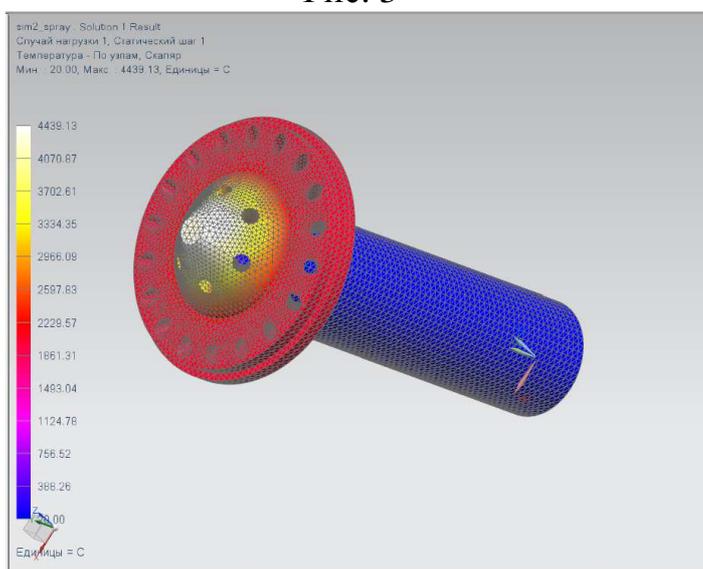


Рис. 4



2. Система выдает отчет о решении, с возможностью цветовой и временной визуализации, из анализа которого можно судить о тепловом воздействии на спроектированный распылитель

Симуляция различных физических процессов позволяет оценить конструкторское решение и резко сокращает дорогостоящий экспериментальный анализ.

Вывод

В конечном итоге распылитель был изготовлен и проверен экспериментально, полученные экспериментальные данные были схожи с данными полученными с помощью цифровых методов, отсюда можно сделать вывод что использование таких методов значительно сократит финансовые затраты и время работы производства.

Разработка продукта с помощью цифровых методов в единой среде NX позволяет быстро вносить изменения в продукт и в процесс производства.

Модуль NX является гибкой средой численного моделирования и допускает различные последовательности операций для достижения той или иной цели.

Н.М. Пузанков

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СБОРА И ОЦЕНКИ ДОСТИЖЕНИЙ ОДАРЕННОЙ МОЛОДЕЖИ РОССИИ

(Самарский государственный архитектурно-строительный университет)

В России, как и во многих развитых странах, большое количество одаренной молодежи. Государство заинтересовано в поддержке и поощрении юных талантов, о чем говорит социальный федеральный проект «Талантливая молодёжь».

В данный момент награждаются лишь победители и призёры международных и всероссийских олимпиад, а также победители региональных олимпиад. Но такие награды, не захватывают огромное количество талантливой молодежи, которые в силу обстоятельств или специфики занятий не участвуют в олимпиадах. Поэтому возникает проблема учета и оценки достижений всей одаренной молодежи России.

В связи с вышеизложенной проблемой, мною, совместно с научным руководителем, была поставлена задача разработки системы сбора и оценки достижений одаренной молодежи России, с возможностью проведения статистических исследований, в том числе, получения рейтингов талантливых граждан, для их поощрения.

В данный момент награждается талантливая молодежь, победившая или занявшая призовое место в мероприятиях из данного реестра [1].

В данной ситуации возникает проблема обделенности молодых талантов, по каким-либо причинам не участвующим в мероприятиях из данного реестра.



Также имеется система мониторинга внеучебной деятельности и достижений студентов ФИСТ [2], на которой мы остановимся подробнее.

Рассмотрим функции и принцип её работы. Система предназначена для отслеживания и поощрения талантливых студентов ФИСТ, занимающихся внеучебной деятельностью. Студентов вносят свои достижения и далее эти достижения оцениваются ответственным человеком, которого мы будем называть экспертом. Из достижений студента формируется его личный рейтинг.

В чем же недостаток такого подхода? Самое слабое место системы – это оценка достижений:

1. Оценка достижений более чем ста студентов производится одним экспертом, что в некоторых ситуациях приводит к задержке в обновлении информации.
2. К эксперту достижения приходят в текстовом виде, форма изложения которого строго не прописана. Это приводит к недостаточности или избыточности информации для оценки достижения.
3. Эксперт, как и любой человек, имеет субъективное мнение и оценка достижений, в ряде случаев, может пострадать от этого.
4. Нет регламентированной системы оценки достижений, что опять же ведет к неточной оценке достижений.

На основании этого можно предположить, что решением проблем будет создание информационной системы сбора и оценки достижений, в которой будет заложен механизм автоматизированной системы оценки достижений.

Перечислим основные требования, предъявляемые к разрабатываемой информационной системе:

- регистрация пользователей, с получением от них базовой личной информации;
- получение разрешения на обработку и хранение персональных данных пользователей;
- внесение пользователями своих достижений;
- двухэтапная система оценки достижений пользователей;
- получение статистических данных о внесенных достижениях;
- возможность проверки и подтверждения истинности вносимых данных.

Функциональная структура

Для рассмотрения функциональной структуры разработанной системы приводится диаграмма использования (см. рис. 1).

Взаимодействие с системой может происходить на трёх уровнях:

- Уровень пользователя, предназначен для одаренной молодежи. Он позволяет им внести свои достижения, а также просмотреть другие достижения и других пользователей. Они могут просматривать рейтинги по категориям и по всем достижениям.
- Уровень методолога, предназначен для работников организаций, занимающихся отслеживанием и поощрением представителей одаренной



молодежи. Позволяет получать статистические данные для дальнейшего анализа.

- Уровень администратора. Служит для управления работой всей системы. Администратор обеспечивает порядок, правильное функционирование системы и оценку подлинности достижений.

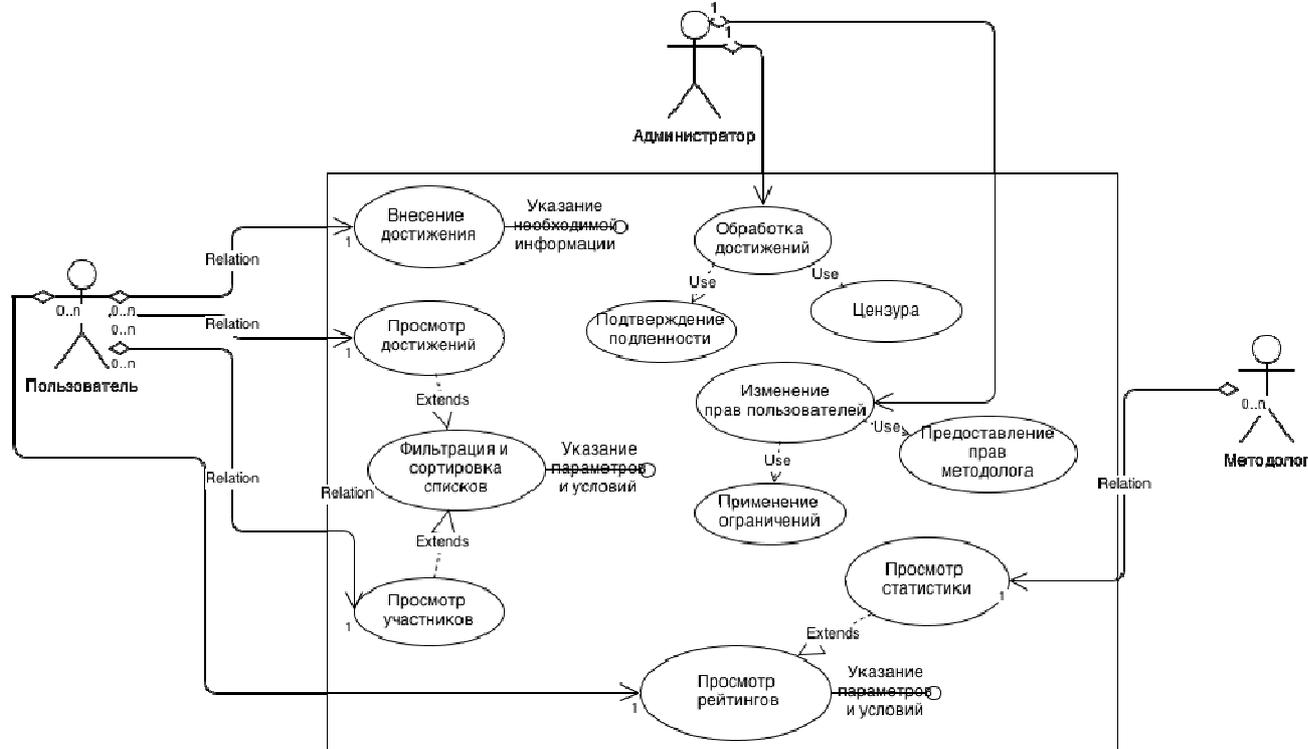


Рис. 1

Математическая модель комплексной оценки достижений

Основные категории достижений: «Спорт», «Наука», «Культура», «Общественная деятельность», «Труд».

Для всех категорий выделены общие критерии, в количестве 10ти: «Уровень значимости достижения», «Формат связанный с достижением», «Ваша роль», «Результат», «Время», «Конкуренция и инновационность сферы достижения», «Мотивация», «Общая занятость», «Материальное состояние», «Интерес к данной области». Каждый из них имеет 4 бала оценки (от одного до четырёх, с шагом один).

Каждый критерий имеет весовой коэффициент, рассчитанный по методу аналитической иерархии Саати[3].

Вектор весов критериев P определяется по данному методу, как нормированный собственный вектор матрицы экспертных оценок A , т.е. из условия $A \cdot P = w \cdot P$, где a_{ij} – уровень предпочтения эксперта в паре (i,j) . a_{ij} выбирается из множества $\{1,3,5,7\}$, $a_{ij} = 1/a_{ji}$; $\sum P_i = 1, i=1..n$.

W – максимальное по модулю собственное число матрицы A .

Приближенно компоненты P могут быть рассчитаны по формулам $P_i = (\Pi_i) / n / (\sum \Pi_i, i=1..n)$. $\Pi_i = \Pi_{aij}, i,j=1..n$.

Экспертные оценки были высчитаны с учетом социального опроса [4].



		Уровень значимости	Тип мероприятия	Ваша роль	Результат	Время	Кол-во конкурентов	Мотивация	Общая занятость	Материальное	Интерес к данной области			Вес	
1	Результат голосования о важности критерия	16	2	13	8	6	19	10	3	3	6				
3	Уровень значимости достижения	16	1,00	7,00	3,00	5,00	5,00	0,33	5,00	7,00	7,00	7,00	297123,75	3,5	0,230418
4	Формат связанный с достижением	2	0,14	1,00	0,14	0,20	0,33	0,14	0,20	1,00	1,00	0,33	0,00	0,3	0,021079
5	Ваша роль	13	0,33	7,00	1,00	3,00	5,00	0,33	3,00	7,00	7,00	5,00	8404,36	2,5	0,161315
6	Результат	8	0,20	5,00	0,33	1,00	3,00	0,20	1,00	7,00	7,00	3,00	29,11	1,4	0,091542
7	Время	6	0,20	3,00	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	3,00	3,00	1,00	0,02	0,7	0,044958
8	Конкуренция и инновационность	19	3,00	7,00	3,00	5,00	5,00	1,00	5,00	7,00	7,00	7,00	2701125,00	4,4	0,287328
9	Мотивация	10	0,20	5,00	0,33	1,00	3,00	0,20	1,00	5,00	5,00	3,00	15,00	1,3	0,085671
10	Общая занятость	3	0,14	1,00	0,14	0,14	0,33	0,14	0,20	1,00	1,00	3,00	0,00	0,4	0,025364
11	Материальное состояние	3	0,14	1,00	0,14	0,14	0,33	0,14	0,20	1,00	1,00	5,00	0,00	0,4	0,026666
12	Интерес к данной области	6	0,14	3,00	0,20	0,33	1,00	0,14	0,33	0,33	0,20	1,00	0,00	0,4	0,025659
13			5,50	40,00	8,48	16,14	23,99	2,82	16,26	39,33	39,20	35,33		15	1
14			1,27	0,84	1,37	1,48	1,08	0,81	1,39	1,00	1,05	0,91	11,19		

Рис. 2

Опыт внедрения

Проведя предварительное тестирование прототипа системы, студентами ФИСТ были внесены 500 достижений, которые распределились по категориям в следующем соотношении:



Рис. 3

Проведенное тестирование позволило выявить слабые места системы, а также получить обратные отзывы о системе. Сейчас система со всеми изменениями и дополнениями дорабатывается и готовится к последнему тестированию перед запуском и интеграцией с системой odarmol.ru[3].

Литература

1. Перечень олимпиад и иных конкурсных мероприятий, по итогам которых присуждаются премии для поддержки талантливой молодежи в 2013 году. <http://xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/239/%D1%84%D0%B0%D0%B9%D0%BB/1548/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D0%B8->



%D0%A2%D0%B0%D0%BB.%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D1%91%D0%B6%D1%8C_%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D1%8C_2013.pdf

2. Система оценки внеучебной деятельности студентов СГАСУ ФИСТ.
<http://sciyouth.ru/achievements/>

3. Мониторинг реализации проектов по обеспечению формирования системы взаимодействия университетов и учреждений общего образования по реализации общеобразовательных программ старшей школы, ориентированных на развитие одаренных детей <http://odarmol.ru/>

Н.В. Рузанов, В.А. Печенин, М.А. Болотов

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Точность изготовления лопаток компрессора газотурбинного двигателя оказывает значительное влияние на эксплуатационные характеристики ГТД (тяга, удельный расход, газодинамическая устойчивость). В процессе изготовления лопаток необходимо осуществлять контроль геометрических параметров сложной поверхности. В данной работе рассматривается разработка интеллектуальной системы для измерения геометрических параметров и оценки погрешности изготовления лопаток ГТД. В качестве аппаратной части системы выступает прибор, использующий контактный метод измерения поверхности детали посредством измерительного наконечника сферической формы. Измерение осуществляется путем непрерывного скольжения наконечника по измеряемой поверхности и считывания его текущих координат.

Для построения системы проведено функциональное разделение модулей системы и разработана модель информационного обмена между ними (рис 1).

При работе модулей системы используются типы данных, представленные в таблице 1.

Таблица 1 - Типы данных, используемых при взаимодействии модулей

№	Тип данных
1	Множество контрольных точек для измерения
2	Система управляющих команд
3	Координаты измеренных точек в локальной системе координат прибора
4	Матрица коррекции систематической погрешности
5	Координаты измеренных точек
6	Математическая модель измеренного профиля
7	Погрешность расположения и погрешность формы

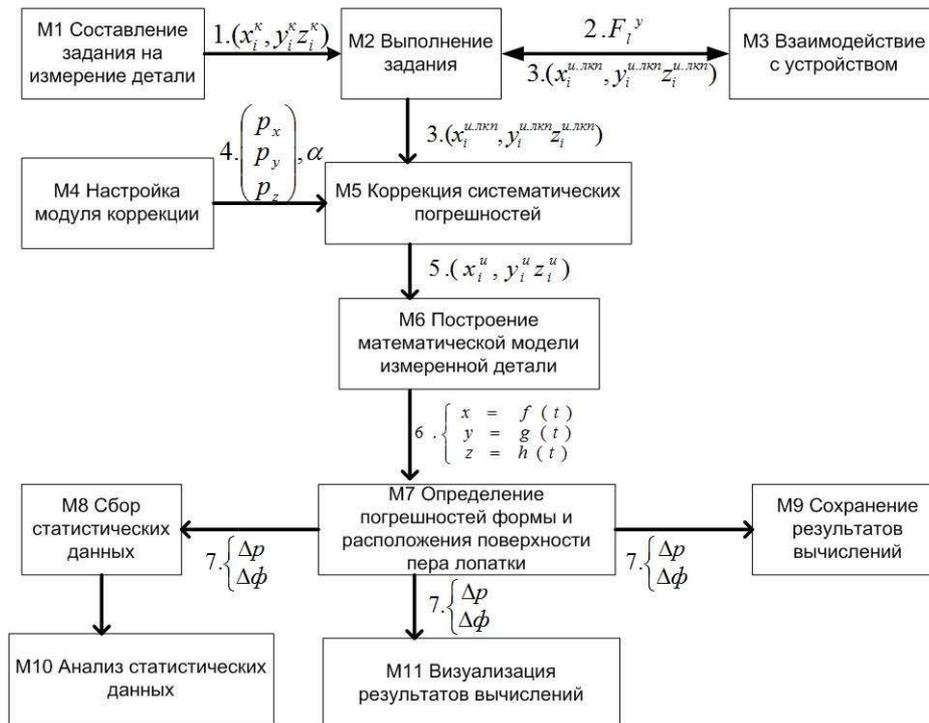


Рис. 6. Модули информационной системы и структура их взаимодействия

На первом этапе работы на основе CAD модели детали происходит определение набора контрольных точек поверхности, измерение которых позволит создать математическую модель поверхности с заданной точностью. Указанный набор точек и сечений формирует задание на измерение точек поверхности.

Модуль выполнения задания производит управление измерительным прибором и получает измеренные значения для требуемых контрольных точек. Результаты измерения передаются для дальнейшей обработки в модуль коррекции систематических погрешностей.

Механическая система измерительного прибора служит источником возникновения погрешностей, включающих систематическую и случайную составляющие. Систематическая составляющая погрешности может быть компенсирована. Для решения этой задачи используется модуль коррекции. Перед использованием информационной системы производится оценка систематической составляющей общей погрешности механической системы посредством измерения деталей эталонной формы.



Рис. 7. Корректировка систематических погрешностей

После получения скорректированных данных об измеренных точках профиля лопатки ГТД производится построение математической модели измеренной поверхности. На следующем этапе работы системы происходит определение погрешности расположения поверхности. Для этого производится поиск преобразования локальных координат измеренной модели, при которых дости-



гается наилучшее соответствие между номинальным и измеренным профилем лопатки ГТД. Информация, полученная на данном этапе, служит для настройки станка с ЧПУ, на котором была изготовлена деталь. Это связано с тем, что обычно погрешность размещения вызывается расхождением фактической и планируемой системами координат станка.

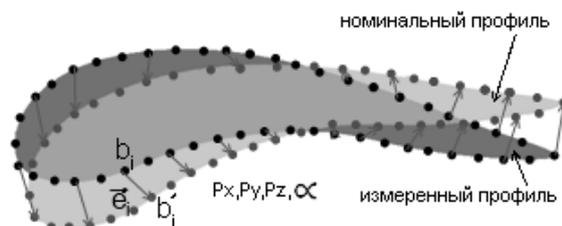


Рис. 8. Процесс припасовки измеренного профиля пера лопатки ГТД

В модуле М6 осуществляется определение погрешности формы на основе информации о номинальной геометрии и измеренной модели. Информация об отклонении формы детали необходима для определения точности и настройки технологического процесса изготовления лопаток. Например, для станков с ЧПУ указанная погрешность показывает, как необходимо изменить управляющую программу станка для уменьшения отклонения параметров изготовленной детали от номинальной детали.

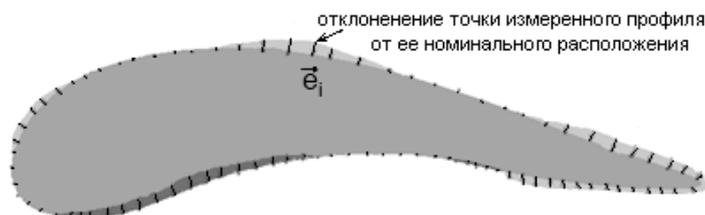


Рис. 9. Определение погрешности формы изготовленной детали

После вычисления указанных параметров происходит их сохранение и визуализация.

Рассмотренное функциональное разделение модулей системы и направление информационных потоков позволяют разработать программное обеспечение, которое будет гибко настраиваться и позволит повышать точность работы системы за счет улучшения используемых алгоритмов. Также указанная схема позволяет уменьшить время разработки программного обеспечения за счет разделения задач по написанию модулей между несколькими программами.

Литература

1. Гапшис, В.А. Координатные измерительные машины и их применение [Текст]: учебник / В.А. Гапшис, А.Ю. Каспарайтис, М.Б. Модестов. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
2. Wilhelml R.G. Task Specific Uncertainty in Coordinate Measurement [Text] / R.G. Wilhelml, R. Hocken, H. Schwenke. – Elseiver, 2003. – Pp. 4-5.
3. Trapet, E. The Virtual CMM Concept. Advanced mathematical tools in metrology [Text]/E. Trapet, F. Waldele// World scientific publ.comp.-1996.-Pp.238-247



Е.И. Чигарина, В.В. Жаворонкова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭРГОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ НА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Быстрое развитие компьютерных технологий приводит к использованию большого числа автоматизированных систем в различных сферах человеческой деятельности, а значит, и возрастает количество пользователей данных систем. В связи с этим, актуальным является вопрос изучения влияния эргономических характеристик автоматизированных систем на психологическое состояние пользователей, возможно приводящее к неудовлетворительным результатам работы с этими системами.

В качестве эргономических характеристик автоматизированных систем рассматриваются такие параметры, как особенности интерфейса пользователя, включая структуру меню и варианты размещения текста на экране, способы реакции системы на ошибочные ситуации, особенности цветовых решений в организации интерфейса пользователя и другие. Следует отметить что, вне зависимости от видов автоматизированных систем, используемых в различных сферах человеческой деятельности, эргономические характеристики повторяются. К факторам психологического состояния пользователя автоматизированной системы, влияющим на эффективность его работы, можно отнести усталость, сдержанность - экспрессивность, спокойствие - тревожность, расслабленность - эмоциональная напряженность и другие.

В ходе исследования рассматриваются виды пользователей, различающиеся уровнем компьютерной компетенции, опытом работы, возрастом, полом и другими особенностями. Для каждого вида пользователей выполняется оценка их психологического состояния по перечисленным факторам при работе с автоматизированной системой и оценка влияния эргономических характеристик автоматизированных систем на изменение психологического состояния.

На данном этапе осуществляется разработка автоматизированной информационной системы «АИС Тест», позволяющей выполнить оценку психологического состояния пользователя и сохранить результаты тестирования для различных пользователей до и после работы с автоматизированной системой, эргономические характеристики которой изучаются.

Существует множество тестов для оценки психологического состояния человека, например, личностный опросник Г. Айзенка, с помощью которого определяется темперамент человека, опросник Спилбергера по оценке ситуационной тревожности, цветовой тест Люшера, по результатам которого можно получить информацию о личностных особенностях.



Для данного исследования за основу принят многофакторный опросник, разработанный под руководством Р.Б. Кэттелла. Данный тест является одним из наиболее распространенных анкетных методов оценки индивидуально-психологических особенностей личности и применяется для отбора персонала.

Логическая модель базы данных, используемая для проведения и хранения результатов тестирования, представлена на рисунке 1.

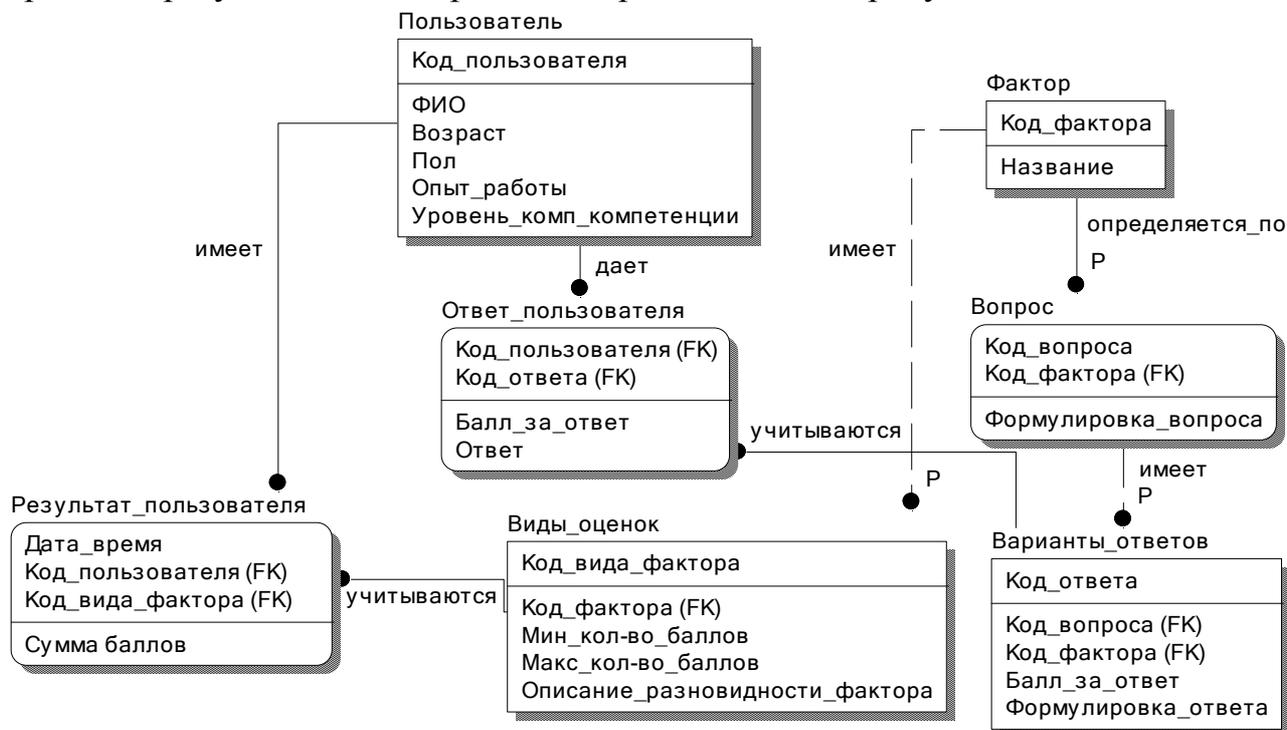


Рис. 1. Логическая модель базы данных АИС «Тест»

Оценка личностных характеристик по тесту Кэттелла осуществляется однократно для каждого пользователя.

Для оценки текущего психоэмоционального состояния пользователя, которое может изменяться в процессе работы с автоматизированной системой, используется опросник «Самочувствие-Активность-Настроение» (САН). Данный тест нашел широкое распространение при оценке психического состояния, психоэмоциональной реакции на нагрузку, для выявления индивидуальных особенностей и биологических ритмов психофизиологических функций, поэтому предполагается его использование при данном исследовании.

Литература

1. Карелин, А. Большая энциклопедия психологических тестов [Текст]: М.: Эксмо, 2007. - 416 с. - 4000 экз. – ISBN 978-5-699-13698-3
2. Методика многофакторного исследования личности Кэттелла [Электронный ресурс]: Энциклопедия психодиагностики. – Режим доступа: <http://psylab.info/>
3. Опросник «Самочувствие, активность, настроение» [Электронный ресурс]: Энциклопедия психодиагностики. – Режим доступа: <http://psylab.info/>



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

А. К. Алимуратов, П. П. Чураков

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВА ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

(Пензенский государственный университет)

В данной статье авторами представлена возможная функциональная реализация устройства голосового управления, используя современную функциональную базу.

Устройство представляет собой систему голосового управления средствами технического назначения, предназначенную для реабилитации людей с ограниченными возможностями в домашнем быту. Главной особенностью системы является объединение приборов домашнего быта в единый управляемый комплекс, включает в себя приборы первой необходимости (см. рисунок 1) [1]:

- бытовые приборы;
- мультимедийные приборы;
- осветительные приборы;
- приборы контроля и доступа в помещение;
- приборы механизации;
- приборы кондиционирования и вентиляции;
- вызов медицинского персонала.



Рис. 1. Система голосового управления



Устройство голосового управления является многофункциональным и реализовано в виде взаимозаменяемых модулей.

Взаимодействие человека и «системы» реализуется посредством интерфейса адаптивного управления – сигналов акустического диапазона. В качестве акустических сигналов управления могут использоваться любые звуковые сигналы (образы), которые формируют люди с ограниченными возможностями: речевые команды (в том числе невнятная человеческая речь), звуковые метки в виде мычания, хрипа, хлопков и ключевых звуков [1]. Аудио захват акустических сигналов функционально реализован посредством *модуля регистрации*, состоящего из микрофонов и аналогового усилителя. Первый микрофон предназначен для регистрации сигналов, второй для шумоподавления.

Возможность использования в качестве управления любых акустических сигналов является главной особенностью системы. Эта возможность обеспечена за счет применения, разработанных авторами высокоэффективных алгоритмов обработки [2, 3, 4]:

- предварительная коррекция;
- фильтрация и шумоподавление;
- сегментация;
- выделение информативных признаков.

Алгоритмы обработки реализованы программно и интегрированы в микроконтроллер, который также выполняет вычислительные операции, операции управления и контроля режимами работы устройства. Микроконтроллер совместно с дополнительным периферийным оборудованием функционально реализован в виде *модуля обработки*. Периферийное оборудование модуля обработки состоит из блоков «USB», «Ethernet», «Audio IN», «Audio OUT», «SD/MMC», каждый из которых, согласно функционалу, обеспечивает нормальную работоспособность устройства.

Непосредственное управление техническими средствами реализуется дистанционно, с использованием стандартных беспроводных протоколов: *Z-Wave*, *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *IrDA*. Функционально управление реализовано с помощью интегрируемых модулей соответствующих протоколов:

- *модуль «IrDA»;*
- *модуль «Z-WAVE»;*
- *модули «Wi-Fi» и «Bluetooth» (интегрированы в модуль обработки).*

Для организации оперативного вызова медицинского персонала используется протокол беспроводной связи стандарта GSM, реализованный с помощью *модуля «GSM».*

Режимы работы устройства предусматривают предварительную настройку и обучение системы. Предварительная настройка осуществляется с использованием кнопок и дисплея для ввода и отображения информации о настройках, реализованных в виде *модуля управления* и *модуля визуализации* соответственно.



Контроль режимов работы устройства реализуется модулем индикации и модулем аудио. Данные модули осуществляют световую индикацию и звуковое сопровождение режимов работы устройства.

Для обеспечения устройства необходимым напряжением питания используется *модуль питания*. Модуль питания выполняет функции преобразования напряжения и аккумуляирования энергии для обеспечения бесперебойности работы устройства.

Основываясь на выше изложенной информации, авторами предлагается возможная функциональная реализация устройства голосового управления средствами технического назначения (см. рисунок 2).

Системные параметры и технические характеристики устройства голосового управления средствами технического назначения:

1. Операционная система – Android.
2. Частота процессора – не менее 512 МГц.
3. Объем оперативной памяти – не менее 1024 Мб.
4. Объем свободной памяти на жестком диске – не менее 128 Мб.
5. Напряжение питания 5 В постоянного тока 2 А.
6. Уровень допустимого шума в помещении не более 30 дБ.

Литература

1. Алимуратов А.К. Система голосового управления для людей с ограниченными возможностями / А.К. Алимуратов // Информационные технологии в науке и производстве – 2013: сб. тр. Всерос. науч.-тех. конф. – Самара, 2013. – С. 242 – 245.

2. Алимуратов А.К. Алгоритм обработки речевых сигналов в системе биометрической идентификации / А.К. Алимуратов, П.П. Чураков, А.Ю. Тычков // Датчики и системы: методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации: сб. тр. Междунар. науч.-тех. конф. с элементами науч. школы для молодых ученых – Пенза, 2012. – С. 302 – 307.

3. Ли У.А. и др. Методы автоматического распознавания речи / У.А. Ли, Э.П. Нейбург, Т.Б. Мартин и др. в 2-х книгах. Пер. с англ. / под ред. У. Ли – М.: Мир. 1983. – Кн. 1. – 328 с.

4. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов / Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1981. – 496 с.

А.В. Веричев, В.А. Федосеев

ЗАЩИТА ИЗОБРАЖЕНИЙ ЦИФРОВЫМИ ВОДЯНЫМИ ЗНАКАМИ НА ТРИАНГУЛЯЦИОННОЙ СЕТКЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ТОЧЕК

(Институт систем обработки изображений РАН,
Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Введение

Задача защиты прав собственности на информационные ресурсы в настоящее время является весьма актуальной. Одним из основных подходов к её



решению являются системы встраивания стойких *цифровых водяных знаков* (ЦВЗ), обеспечивающие защиту данных путём встраивания в них дополнительной опознавательной информации. Особенностью стойкого ЦВЗ является то, что его невозможно удалить без существенного искажения защищаемых данных.

Целью данной работы является разработка и исследование системы встраивания стойких ЦВЗ, обеспечивающих защиту цифровых изображений и устойчивых к широкому классу искажений, в том числе геометрических. При этом проверка наличия встроеного ЦВЗ в разрабатываемой системе не должна использовать исходное изображение (контейнер).

Существуют несколько основных подходов, обеспечивающих стойкость встраиваемого ЦВЗ к геометрическим искажениям контейнера. Особого внимания заслуживают те из них, которые подразумевают использование так называемых *характеристических точек* изображения при выборе областей для встраивания ЦВЗ [1, 2]. Принцип работы подобных методов основан на том, что характеристические точки, найденные на исходном изображении, будут находиться и на искажённом изображении. Теоретически использование таких точек может позволить достигнуть стойкости к проективным преобразованиям, поэтому данный принцип и положен в основу проектируемой системы. Ниже рассмотрены основные структурные особенности и принципы построения системы и входящих в её состав алгоритмов.

1 Характеристические точки

Характеристическими называются такие точки изображения, локальные окрестности которых обладают некоторыми отличительными особенностями в сравнении с большинством других точек. Важнейшим свойством ХТ, обуславливающим их применимость в системах встраивания ЦВЗ, является высокая воспроизводимость: точки находятся на том же месте несмотря на изменение угла обзора или освещения наблюдаемой сцены. Это свойство ХТ является основной стойкости исследуемой системы ЦВЗ.

Для нахождения хорошо воспроизводимых точек было предложено большое количество детекторов. В ходе исследования были выбраны три из них: Harris [3], Achard-Rouquet [4] и Scale Invariant Feature Transform (SIFT) [5]. С целью выбора наиболее подходящего детектора для системы встраивания ЦВЗ было произведено тестирование, аналогичное описанному в статье [2].

2 Примитивы встраивания ЦВЗ

Наличие набора хорошо воспроизводимых точек позволяет определить на их основе области, в которые будет произведено встраивание ЦВЗ – *примитивы встраивания*. В данном исследовании по системе характеристических точек строится *триангуляция* – планарный граф, все внутренние области которого является треугольниками. В разработанной системе используется триангуляция Делоне, которая представляется наиболее подходящей для встраивания ЦВЗ ввиду своих свойств, важнейшим из которых является устойчивость к потере точек[2].



Построение триангуляции предоставляет в наше распоряжение возможные примитивы встраивания – треугольники. Однако их использование сопряжено со сложностью отображения ЦВЗ на извлекаемые из изображения треугольники, в связи с чем было принято решение использовать в качестве примитивов встраивания *четырёхугольники*, разбивая каждый треугольник на три части точкой пересечения медиан – «центром масс» фигуры. Встраиваемый ЦВЗ представляется квадратной матрицей, состоящей из чисел 1 и минус 1.

3 Встраивание ЦВЗ

В исследуемой системе встраивание ЦВЗ является избыточным, то есть осуществляется в каждый из примитивов в соответствии с аддитивной моделью:

$$C^w(n_1, n_2) = C(n_1, n_2) + \alpha(n_1, n_2) \cdot w(n_1, n_2),$$

где $C^w(n_1, n_2)$ – функция яркости изображения с ЦВЗ, $C(n_1, n_2)$ – функция яркости исходного изображения, $w(n_1, n_2)$ – встраиваемый ЦВЗ, $\alpha(n_1, n_2)$ – масштабирующий коэффициент, модулирующий значение ЦВЗ согласно особенностям восприятия человека. Коэффициент $\alpha(n_1, n_2)$ призван варьировать амплитуду встраиваемого ЦВЗ в зависимости от локальных особенностей изображения.

4 Детектирование ЦВЗ

Детектирование осуществляется путём вычисления *линейной корреляции* между *каждым* примитивом, извлечённым из изображения со встроенным ЦВЗ, и отображённым на этот четырёхугольник ЦВЗ [2]:

$$z_i(C^w, w) = \frac{1}{\mu(Q_i)} \sum_{n_1, n_2 \in Q_i} C^w(n_1, n_2) \cdot w(n_1, n_2),$$

где $C^w(n_1, n_2)$ – функция яркости изображения с ЦВЗ, $w(n_1, n_2)$ – встроенный ЦВЗ, Q_i – i -й четырёхугольник, $\mu(Q_i)$ – площадь i -го четырёхугольника. Окончательное решение о наличии ЦВЗ во всём изображении принимается вычислением выборочного среднего значений корреляции по всем N_Q примитивам и сравнением с пороговым значением. В редких случаях задача нахождения порога может быть решена аналитически [2], тем не менее на практике приходится прибегать к эвристическим методам выбора порогового значения. Совместно с предварительной обработкой извлечённого из изображения четырёхугольника фильтром Винера, данный метод приводит к надёжному детектированию.

5 Анализ полученных результатов

Исследование системы ЦВЗ проводилось на следующих изображениях из набора [6]: *barb, boat, bridge, goldhill, lena, mandrill* и *peppers*.

На первом этапе исследования было произведено тестирование детекторов ХТ. Каждое из тестовых изображений подвергалось набору искажений, далее на исходном изображении и его искажённых копиях находились ХТ, после чего вычислялась величина [2]:

$$S = \frac{Nb_{pre} - (Nb_{cre} + Nb_{des})}{Nb_{pre} + Nb_{des}},$$



где Nb_{pre} – количество оставшихся после искажений точек, Nb_{des} – количество потерянных точек, Nb_{cre} – количество появившихся точек. S достигает максимума $S = 1$ при $Nb_{cre} = Nb_{des} = 0$ и является относительной величиной: лучшим считается детектор, показавший наибольшее значение, пусть даже это значение и будет отрицательным. Результаты первого этапа приведены на рисунке 1, по которому видно, что почти на всех изображениях наилучшие результаты показал детектор SIFT. Это означает, что в исследуемой системе встраивания ЦВЗ целесообразно использовать именно этот детектор.

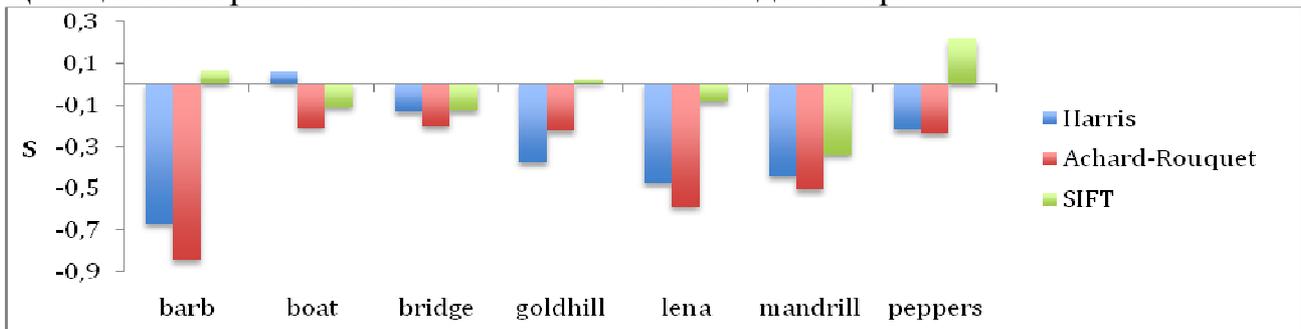


Рис. 1. Надёжность детекторов характеристических точек

Второй этап исследования состоял в оценке стойкости системы к геометрическим искажениям. Для проведения оценивания были выбраны следующие тестовые геометрические искажения: поворот (на угол от минус 20° до 20° с шагом 5°), масштабирование (с коэффициентом от 0,5 до 1,5 с шагом 0,05). Методика исследования устойчивости системы встраивания ЦВЗ к геометрическим искажениям состояла в последовательном встраивании ЦВЗ, наложении описанных выше искажений и его детектировании путём вычисления линейной корреляции. Результаты приведены на рисунке 2. Пороговое значение, соответствующее пунктирной линии на графиках, было выбрано эвристическим методом. В результате проведения заключительного этапа эксперимента было установлено: при повороте на угол от минус 8° до 6° и при масштабировании с коэффициентом от 0,85 до 1,1 система ЦВЗ успешно детектирует наличие встроенного водяного знака.

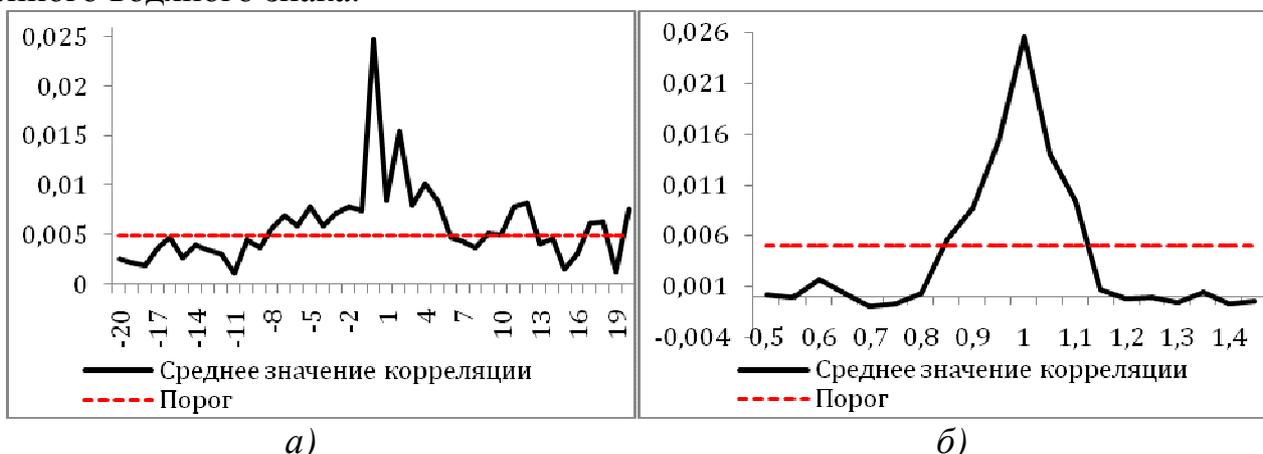


Рис. 2. Графики зависимости значений линейной корреляции а) от угла поворота; б) от коэффициента масштабирования



Заключение

В данной работе были исследованы принципы обеспечения стойкости ЦВЗ к геометрическим искажениям. Результаты проведённого исследования показывают, что применение аппарата характеристических точек позволяет строить системы ЦВЗ, стойкие к геометрическим искажениям.

Благодарности

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ (проекты 12-01-00822, 13-01-97007, 12-07-31056, 13-01-12080, 12-07-00021), гранта Президента РФ МК-3863.2013.9, министерства образования и науки Российской Федерации (в соответствии с постановлением Правительства России от 09.04.2010 № 218), программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные проблемы информатики и информационных технологий», проект 2.12.

Литература

1. A survey of RST invariant image watermarking algorithms / D. Zheng, Y. Liu, J. Zhao, A.E. Saddik // *ACM Computing Surveys (CSUR)*. – 2007. – Vol. 39, №2. – С.3.
2. Bas, P. Geometrically invariant watermarking using feature points / P. Bas, J-M. Chassery, B. Macq // *Image Processing, IEEE Transactions on*. – 2002. – Vol. 11, №9. – P. 1014-1028.
3. Harris, C. A combined corner and edge detector / C. Harris, M. Stephens // *In Alvey vision conference*. – 1988. – Vol. 15. – P. 50.
4. Achard-Rouquet, C. Un détecteur de points caractéristiques sur des images multispectrales, extension vers un détecteur sub-pixellique / C. Achard-Rouquet, E. Bigorgne, J. Devars // *GRETSI*. – 1999. – P. 627-630.
5. Lowe, D.G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints / D.G. Lowe // *International journal of computer vision*. – 2004. – Vol. 60, №2 – P. 91-110.
6. Mayer, G. Waterloo Grey Set Image Repository // University of Waterloo Fractal coding and analysis group – 2009 [Электронный ресурс]. URL: <http://links.uwaterloo.ca/Repository.html> (дата обращения: 10.04.2013).

А.А. Волков, Ю.Ю. Палунина, Н.Ф.Бахарева

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций
и информатики)

В сфере информационной безопасности одним из ключевых аспектов построения системы защиты информации является её соответствие требованиям существующего законодательства: Федеральный закон от 27.07.2006 N 152-ФЗ «О персональных данных», Приказ ФСТЭК России от 18.02.2013 № 21 «Об ут-



верждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных», Приказ ФСТЭК России от 11 февраля 2013 года N 17 «Об утверждении Требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах» (вступает в силу с 1 сентября 2013 года) и др.

Данные требования зачастую изложены довольно абстрактно. В то время как для обеспечения их выполнения необходимо использовать конкретные средства защиты информации. Ими могут быть: программное обеспечение, программно-аппаратные комплексы, инженерные устройства, а так же различные организационные методы. Разнообразие существующих средств велико. Каждое из них закрывает ряд требований законодательства. Конкретные продукты, реализованные тем или иным производителем, отличаются друг от друга не только функционалом, но и списком закрываемых требований законодательства.

При построении комплексной системы защиты неизбежны ситуации, когда отдельно взятые средства пересекаются друг с другом и дублируют некоторые функции.

Проблема заключается в том, что алгоритм построения системы защиты информации, по сути, отсутствует. При построении системы разработчик основывается на известных ему средствах защиты информации, субъективном мнении и ряде сторонних факторов, зачастую не имеющих под собой объективных оснований, например, наличие партнёрских отношений с одним производителем и отсутствием таковых отношений с другим. Всё это может негативно сказаться на качестве разработанного решения, его стоимости и эффективности.

Для постановки задачи по разработке такого алгоритма, стоит прояснить, как происходит процесс построения системы защиты на практике. Данный процесс начинается с того, что проводится анализ следующих ключевых аспектов.

1. Исходные данные о самой информационной системе, которую требуется защитить: её размер, структура, состав и тип обрабатываемых данных, уже применяемые средства защиты информации и другие факторы.

2. Требования законодательства для данного типа информационной системы и обрабатываемых в ней данных.

3. Перечень средств, из которых возможно построить комплексную систему защиты.

4. Ряд внешних факторов: принятые в отрасли стандарты и привычные схемы защиты, знания сотрудниками конкретных платформ и средств защиты информации, особенности финансирования организации, особенности средств защиты: совместимость конкретных средств между собой, стоимость совокупного владения, сложность сопровождения и многое другое.

Огромное разнообразие факторов, влияющих на выбор средств, приводит к тому, что множество вариантов реализации системы защиты чрезвычайно велико. Построенные варианты реализации можно оценить по различным критериям.



1. Полнота перекрытия требований законодательства.
2. Бюджет внедрения системы защиты.
3. Стоимость и сложность дальнейшего сопровождения.
4. Единообразие применённых при построении средств и другие.

Существующая ситуация требует разработки автоматизированного алгоритма выбора средств при построении системы защиты. Для решения поставленной задачи и возможности применения математического аппарата, необходимо описать все входные данные и влияющие факторы. Для этого требуется решить следующие подзадачи :

1. Формализация критериев и оценочной шкалы для каждого средства защиты информации. Необходимо определить, какие свойства являются важными для оценки средства, а какие можно не учитывать.
2. Создание пополняемой базы данных по средствам защиты информации с фиксацией значимых свойств, определённых на первом шаге.
3. Формализация требований законодательства в области информационной безопасности и создание базы данных таких требований.
4. Выделение значимых внешних факторов, их описание и структуризация.
5. Выделение значимых свойств информационной системы, которые влияют на построение системы защиты.

Только после решения этих подзадач станет возможным разработка алгоритма построения системы защиты информации.

Алгоритм должен работать в несколько проходов и обеспечивать обратную связь на каждой итерации.

1. Выделить ключевые элементы системы защиты информации, покрывающие значительную часть требований и удовлетворяющие внешним факторам.
2. Учитывая выбранную основу, выполнить итерации выбора из базы данных по средствам защиты информации, дополняющие систему средства. Алгоритм должен быть направлен на снижение количества применяемых средств и максимальное соответствие всем требованиям и внешним факторам.
3. После того, как вся система будет спроектирована, необходимо провести её анализ с целью оценки по критериям, перечисленным ранее. В результате оценки системы, возможно внесение корректировок в изначальные условия построения системы защиты и перезапуск алгоритма.

Таким образом, можно заключить, что разработка алгоритма автоматизированного построения системы защиты информации является нетривиальной задачей. Поэтому в первую очередь требуется решить выделенные подзадачи, которые позволят заложить основу для разработки такого алгоритма.



СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНАСЛЕДОВАННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

(Самарский государственный технический университет)

1. Отличие принципов построения мультисервисных от традиционных телекоммуникационных сетей

Архитектура и принципы построения мультисервисных сетей коренным образом отличается от идеологии построения традиционных (односервисных) сетей, характерным представителем которых является ТфОП. Соответственно и методы проектирования мультисервисных сетей существенно отличаются от методов проектирования традиционных сетей. Достаточно отметить, что традиционные сети предназначены, в основном, для оказания узкополосных услуг и построены как вторичные на базе SDH магистральной первичной сети. Мультисервисные же изначально позиционировались как сети для оказания широкополосных услуг и базируются на использовании пакетной коммутации.

2. Существующее состояние и эволюция телекоммуникационных сетей

Можно выделить два крупных класса сетей: сети общего пользования и корпоративные сети (сети ведомственные, сети для производственно-технологической связи). В настоящее время одни и те же услуги оказываются как через моносервисные сети, так и через мультисервисные. Фактически мы имеем параллельно работающие моносервисные и мультисервисные сети. И это может продолжаться достаточно долго вплоть до тех пор, пока TDM оборудование не выработает свой ресурс.

За последнее десятилетие большое внимание уделялось решению следующих вопросов, имеющих отношение к мультисервисным сетям:

- Реконструкция сети ТфОП на базе оборудования NGN;
- ШПД на базе технологии xDSL;
- Строительство IP сетей, как правило, на базе технологии IP/MPLS/GE с поддержкой QoS;
- Построение сетей доступа на базе оптоволокна по технологии PON, Ethernet;
- DWDM сети.

Современная концепция построения мультисервисных сетей предусматривает:

- совместное использование ресурсов как мультисервисных так и моносервисных сетей с постепенным переносом нагрузки с моносервисных сетей на мультисервисные;
- организацию широкополосного проводного и беспроводного доступа;
- предоставление широкого спектра услуг, включая сложные телекоммуникационные услуги для нужд органов государственной власти.



Это касается сетей общего пользования и корпоративных сетей.

3. Цели Минкомсвязи России, направленные на повышение качества жизни в России (2012-2018г.)

Для всенародного обсуждения был создан специальный сайт проекта "Цели Минкомсвязи России 2012-2018". Задачи отрасли:

- подключение 5 миллионов домохозяйств каждый год на скорости 100Мб;
- подключение к 4G по 20 млн. абонентов в год;
- доступ к 20 теле- и 50 радиоканалам в любой точке РФ.

4. Ставка министерства и национальных Операторов на информационные технологии

IT - это важнейшая точка роста для экономики страны. На текущий день темпы роста российской IT-отрасли превышают 12% в год, и такая динамика развития может сохраниться на многие годы вперед, в среднем превышая темп роста ВВП России втрое. В последние несколько лет происходит смещение акцентов развития отрасли в сторону информационных технологий и эта тенденция будет только усиливаться. Это означает, что необходимо не просто строительство сетей, а создание информационных систем на их основе.

5. Облачные технологии – важнейший тренд развития отрасли

Ростелеком создает национальную облачную платформу 07. Первый проект – электронное правительство. В тестовом режиме запущены сервисы: 07 ЖКХ, 07 Сити, 07 112, 07 Медицина, 07 Образование.

Выгоды от использования облачных технологий. Раньше каждая фирма должна была приобретать сервера, ПО. Теперь всю обработку можно передать на аутсорсинг.

Неприятный побочный момент. Сети строят одни, а доходы получают другие – контентпровайдеры. Деньги уплывают за границу. Практически все информационные ресурсы сосредоточены в Америке. Ставится задача строительства крупных ЦОДов в России.

6. Комплексные инфокоммуникационные услуги для органов государственной власти, местного самоуправления, корпораций

Вендеры и системные интеграторы предлагают не просто разрозненное оборудование и программное обеспечение, а проектные решения, комплексные сетевые решения, среди которых можно выделить следующие направления:

- *Для органов государственной власти* - информационные сети и системы для реализации программы «Электронное правительство»;
- *Для муниципалитетов* - «Умный Дом», «Умный Город», «Электронное ЖКХ» и т.п.;
- *Для энергетических компаний* - «Умная энергетика»;
- *Для корпоративных клиентов* - видеоконференцсвязь (с эффектом присутствия);
- *Для МВД, ГИБДД* - «Безопасный город» и «Умный транспорт», включая систему реагирования на чрезвычайные ситуации – обслуживание экстренных вызовов, Мониторинга дорог, ЖД Вокзал/Аэропорт, здания/офисы/ТЦ;



- Для служб системы общественной безопасности - видеонаблюдение за важными объектами, включая сервисы сигнализации при кражах, мониторинга направления и возникновения движения;
- Для службы исполнения наказаний – «Умная тюрьма»;
- Для всех заинтересованных служб – «Облачные вычисления», включая биллинг за услуги ЖКХ;
- Для медицинского обслуживания населения в удаленных и труднодоступных районах - «Телемедицина».

7. Что представляет собой распределенная информационная система, построенная на базе ресурсов мультисервисной сети и предназначенная для оказания комплексных инфокоммуникационных услуг?

- Структура сети (системы) – иерархическая;
- Доступ – широкополосный (проводной и беспроводной);
- В качестве терминалов широко используются устройства с беспроводным доступом: планшеты, смартфоны и т.п.
- Магистраль – IP/MPLS/GE/DWDM. Скорость передачи не менее 10Гбит/с;
- Для отображения информации используются видеостены;
- Для хранения и обработки информации используются ЦОД;
- Конвергенция фиксированной и мобильной связи;
- Наличие системы управления;
- Ресурсы мультисервисной сети используются в качестве подсистемы для построения информационных систем;
- Остро стоит проблема обеспечения информационной безопасности.

8. Стратегия Ростелекома в условиях развития информационного общества (по материалам презентаций ОАО «Ростелеком»)

Тренд - изменение бизнес-модели компании: от предоставления услуг к предоставлению сервисов.

Стратегия Ростелекома направлена на трансформацию компании в глобального сервис-провайдера, являющегося лидером национального телекоммуникационного рынка, эффективность бизнеса которого находится на уровне лучших мировых практик.

Для достижения стратегических целей развития Ростелеком планирует провести All-IP модернизацию инфраструктуры компании, что позволит предоставить абонентам универсальный, технологически нейтральный доступ к персонализированным услугам в каждой точке сети.

Комплексные сервисы и услуги Ростелекома:

- Комплекс сервисов Ростелекома – *Разумный город*. Частью современного информационного общества является комплексное телекоммуникационное решение по обеспечению комфортного и безопасного проживания в городах. Развитие такого решения является приоритетным направлением бизнеса для Ростелекома.



- Архитектура *Электронного правительства*. Ключевым элементом современного информационного общества является предоставление государственных и муниципальных услуг в электронном виде. Электронное правительство является стратегическим приоритетным проектом Ростелекома.
- *Видеотрансляция выборов* в сеть Интернет.
- Комплекс сервисов Ростелекома - *Электронное правосудие*.
- Новый пакет *универсальных услуг*.

9. Смена имиджа крупнейших национальных операторов Ростелекома и ТТК

Ростелеком – глобальный сервис провайдер мирового уровня. Не просто магистральный оператор, не просто провайдер услуг, но поставщик интегрированных сервисов. Создание на базе сетей информационных систем. Стоит задача массового внедрения новейших информационных технологий.

10. Стратегия развития ТТК до 2015 года

Девиз ТТК – «Взгляни на мир под другим углом». Цель - стать ведущим игроком рынка, предоставляющим полный комплекс услуг связи для конечных пользователей. 2,3 млн абонентов или 15% регионального рынка ШПД для частных лиц. Это означает, что на местах будут строить сети ШПД. Стоит задача установки систем DWDM и строительство IP-MPLS узлов.

11. Задачи, которые ставят Операторы корпоративных (ведомственных сетей) на примере ЕВСПД-ВУ ОАО «Газпром»

Единая ведомственная сеть передачи данных (ЕВСПД) – основа для реализации Стратегии информатизации ОАО «Газпром» (т.е. без современной сети внедрение современных информационных технологий невозможно):

- Меняется архитектура сети. Добавляются новые уровни. Ее приводят в соответствие с рекомендациями МСЭ.
- Организуется мощная система управления.
- Сеть из совокупности моносервисных сетей преобразовывается в мульти-сервисную. Теперь весь трафик, включая телефонию и видео, передается по IP/MPLS.
- Резко увеличивается пропускная способность.
- Использование
- там, где это возможно, не SDH, а темных волокон.
- Спектральное уплотнение.

12. Планирование, развитие, моделирование и системный анализ телекоммуникационных сетей (рассмотрены в монографии [1])

Литература

1. Гавлиевский, С.Л. Методы анализа мультисервисных сетей связи с несколькими классами обслуживания / С.Л. Гавлиевский. – М.: ИРИАС, 2010. – 365с.



В.В. Графкин

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Организации в условиях современного рынка вынуждены постоянно подстраиваться под его условия. Возникает необходимость не только удовлетворения требования потребителей, но и предвосхищения их ожиданий. Затраты на производство продукции оптимизируются и главным становится уровень качества продукции, причем необязательно высокий уровень, а тот, который удовлетворяет потребителя. Качество продукции является важнейшим объектом управления, что признает международное сообщество, представители которого постоянно совершенствуют инструменты для применения в системах менеджмента качества. Наиболее широко распространен такой инструмент как система менеджмента качества согласно стандарту ISO 9001:2008, предложенному международной организацией по стандартизации. Данный стандарт определяет процессный подход как неотъемлемое условие для его эффективной реализации (подразумевается организационный процессный подход, а не технологический, для автоматизации которого разработано множество программных продуктов). При этом процесс – это лишь некоторое обобщенное представление деятельности (модель), а не сама деятельность. В данной работе предлагается автоматизированная информационная система именно для реализации организационного процессного подхода, избавленная от лишнего функционала, отвлекающего на первых этапах проектирования процессов.

Результатом работы в автоматизированной системе является сквозной процесс, определение границ которого начинается с определения выхода. Внутри самого процесса закладывается система функций, целенаправленно преобразующая входы в выход. Далее определяется то, из чего был сформирован этот выход - вход. Построение процесса заканчивается, когда входы приходят из-за границ строящейся системы. Смысл процессного управления в том, что организация выбирает критически значимый результат, определяет факторы, влияющие на этот результат, определяет деятельность, влияющую на эти факторы, и начинает управлять всей совокупностью этой деятельности как единым целым. Обеспечение единства управления приводит к устранению межфункциональных барьеров, на чем делается акцент в документе ISO/TC 176/SC 2/N 544R3, представляющем собой руководство по использованию процессного подхода в системах менеджмента. При этом межфункциональный барьер представляет собой рассогласование представлений поставщика о том, что он должен сделать, с требованиями потребителя, Применение процессного подхода должно привести к ситуации, когда требования к промежуточным результатам должны быть в полном согласии с требованиями к конечному результату.



На рисунке 1 приведен пример сформированного образовательного процесса, который использован в качестве проекта при построении СМК вуза.



Рис. 1. Пример процесса

Подобно образовательному процессу можно сформировать процесс, отражающий экспертную деятельность организации, которая, например, будет описывать оппонирование диссертации. В описании подобного процесса необходимо учесть, что возникнет задача выбора оппонентов диссертации, решение которой может быть существенно облегчено путем разработки базы данных экспертов, с указанием, к примеру, следующих данных о них: ученая степень; звания; награды; патенты, монографии и иные научные труды; специальности; направления; членство в советах; возраст; общее кол-во диссертаций к.н., выполненных под руководством Эксперта; кол-во диссертаций к.н. (с указанием ФИО автора, наименование работы), выполненных под руководством Эксперта, утвержденных и неутвержденных ВАК; общее кол-во диссертаций д.н., в которых Эксперт являлся научным консультантом; кол-во диссертаций д.н. (с указанием ФИО автора, наименование работы), в которых Эксперт являлся научным консультантом, утвержденных и неутвержденных ВАК; кол-во оппонированных диссертаций (с указанием ФИО автора, наименование работы, содержание заключения), с положительным заключением, утвержденных и неутвержденных ВАК; кол-во оппонированных диссертаций (с указанием ФИО автора, наименование работы, содержание заключения), с отрицательным заключением, утвержденных и неутвержденных ВАК. Подобное решение по выбору экспертов реализовано международным регистром сертифицированных аудиторов, но упор сделан на экспертов в области систем менеджмента.



В.П. Дерябкин

ПОИСК РЕШЕНИЯ МЕТОДОМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ В СЕТИ ФРЕЙМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СРЕДЫ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В [1,2] изложены концепция и формальные модели построения и использования интеллектуальной компьютерной среды (ИКС, ICE – Intellectual Computer Environment) с фреймовым способом представления знаний. Среда позволяет визуально разрабатывать, осуществлять параметрическую настройку, моделировать и развёртывать интеллектуальные приложения, решающие задачи в различных предметных областях.

Из многочисленных методов решения задач в интеллектуальных системах, как с чёткой, так и с нечёткой логикой [3] были выделены следующие:

- а) традиционные, в форме алгоритма инициализации присоединённых процедур или процедур-демонов;
- б) поиск по образцу решения, наиболее близкого к образцу среди фреймов с использованием той или иной меры близости;
- с) метод распространения возбуждения по сети фреймов.

Методы а) и б) требуют для своей реализации применения, как правило, высокопроизводительного компьютерного оборудования и рассматриваются отдельно. В докладе рассмотрен метод с), уменьшающий требования к производительности за счёт увеличения требований к используемым ресурсам памяти и введения дополнительных ограничений по спектру решаемых задач.

В методе использована идея вывода ответов на информационные запросы путём построения структурированной проблемной семантической сети, релевантной конкретному запросу, что характерно для систем вопросно-ответного типа. В [4] эта идея подробно обсуждается применительно к достаточно сложным интеллектуальным информационным системам промышленного типа из области диспетчерского управления энергосистемами и управления многопараметрическими объектами. Для моделирования предметной области использован метод простых семантических групп, формируемых на основе хорошо известных семантических шкал Осгуда. Вся цепочка формирования ответа на поставленный вопрос описывается в терминах последовательных языковых преобразований и выделения (и/или поиска) соответствующей структурированной подсети, релевантной запросу, из общей семантической сети, содержащей, в том числе, и возможные ответы на поставленные вопросы. Логический вывод ответа осуществляется методом распространения возбуждения по семантической сети в соответствии с правилом: IF <условие> THEN <множество ответов, удовлетворяющих условию>. Отметим следующие достоинства метода семантических групп:



- быстрое получение ответа на информационный запрос за счёт наличия в сети заранее подготовленных ответов;
- возможность формулировки пользователем запроса на ограниченном естественном языке (ОЕЯ) с использованием словаря предметной области и стандартных вопросительных базовых конструкций;
- возможность наглядного объяснения логического вывода в виде демонстрации зрительного образа активированного графа.

Однако, широкого применения в промышленных интеллектуальных информационных системах данный метод так и не получил, известны только отдельные примеры использования метода. По нашему мнению, это объясняется следующими причинами:

- унифицированная замена всех возможных естественно-языковых запросов пользователей к системе простейшими вопросительными базовыми конструкциями слишком сильно ограничивает язык запросов ОЕЯ, сводя тексты запросов во многих случаях к малопонятным аббревиатурам и неестественным оборотам речи, что вместо улучшения приводит к ухудшению интерфейса;
- использование сложных вопросительных конструкций и словарей (тезаурусов) требует включения в состав системы синтаксических и семантических анализаторов и языковых процессоров, часто превосходящих по сложности и стоимости разработки и эксплуатации основные средства логического вывода (проблема построения естественно-языкового интерфейса);
- остроение единой семантической сети для предметной области с числом семантических групп свыше 20-30 единиц и с полным множеством возможных ответов даже с невысокой точностью представления результата является сложной задачей, требующей для своего решения больших ресурсов памяти и ограничивающей возможности наглядного визуального объяснения хода логического вывода.

В связи с этим предлагается использовать метод семантических групп применительно к сети фреймов со следующими ограничениями:

- количество семантических групп (фреймов-концептов) – не более 30 без учёта вспомогательных фреймов специального вида, реализующих конъюнктивные семантические группы (фреймов-конъюнктов) ;
- запрос пользователя – простая вопросительная базовая конструкция конъюнктивного типа без вложенных подвопросов с заданием параметров запроса на основе использования меню, подсказок и функциональной клавиатуры;
- рассматриваются только дискретные неиерархические сети без внутреннего обучения и накопления опыта.

Хотя эти ограничения весьма существенны, в ИКС они позволяют решать разнообразные информационные и управленческие задачи в разных предметных областях, и разработчик с учётом упрощений может рассматривать ука-



занный метод как один из доступных, быстродействующих и относительно простых методов логического вывода на фреймовых структурах. В силу унификации предложенных фреймовых представлений появляется реальная возможность накопления готовых решений и быстрого их сравнения по различным критериям в рамках ИКС.

Далее обсуждается модель семантической фреймовой сети, релевантной запросу, предлагаемой к реализации средствами интеллектуальной фреймовой среды [2].

База знаний среды в простом случае одного приложения представляет собой множество фреймов $F = F_{sys} + F_{app}$ (объединение фреймов инструментальной системы и фреймов приложения соответственно) [2]. Каждый фрейм $f \in F$ рассматривается как некоторое подмножество слотов из множества S :

$$S = \{ \langle v, u, \{Q_i\}, \{D_j\}, \{C_k\}, \alpha \rangle \}, \quad (1)$$

$v \in \mathbb{T}$ – значение слота; $u \in \mathbb{T}$ – значение слота по умолчанию (значения определены на системе типов \mathbb{T}); $\{Q_i\}$ - упорядоченное множество присоединенных к слотам правил или процедур-демонов поиска значений слота типа IF_NEEDED; $\{D_j\}$ - упорядоченное множество присоединенных к слоту правил или процедур-демонов типа IF_CHANGED, обрабатывающих событие изменения значения слота; $\{C_k\}$ - упорядоченное множество ограничений на значения слота (набор правил или предикатов $C_k \in \mathbb{E}$, \mathbb{E} - множество выражений); α – флаг, используется в контексте вывода для управления выводом, булевского типа.

Каждый фрейм базы знаний является наследником единственного суперфрейма и имеет все необходимые наследуемые системные слоты, позволяющие создавать и поддерживать семантические сети любой сложности [1]. Весьма важным для реализации метода является системный слот «Ассоциации», содержащий списки идентификаторов экземпляров фреймов, логически связанных с данным экземпляром в сети.

Для лучшего понимания модели и алгоритма вывода рассмотрим простейшую задачу железнодорожного расписания. Пусть требуется ответить на вопрос: «Какие номера поездов отправляются из пункта А и прибывают в пункт Б?». Ответ на этот вопрос эквивалентен активации правила-продукции : «IF пункт отправления = ‘А’ AND пункт назначения = ‘Б’ THEN номер поезда = ‘N1,N2’.»

Простая семантическая группа моделируется частным фреймом приложения (фреймом-концептом) добавлением к системным слотам слотов характеристик: «Название экземпляра» (уникальное), «Признак активности экземпляра» и «Список активных ассоциаций». Фреймовая семантическая сеть создается в ИКС в режиме разработки приложения. Создание фреймов семантических групп и экземпляров, а также связывание их ассоциативными связями выполняется разработчиком по типу информационного запроса. Направленность связей учитывается порядком расположения фреймов-концептов и их экземпляров в



сети: слева располагаются входные фреймы, экземпляры которых определяют условия запроса, справа – выходные фреймы, содержащие ответы на конкретные запросы. Среди промежуточных фреймов обязательно наличие хотя бы одного фрейма-конъюнкта.

Фрагмент сети фреймов примера представлен на рисунке 1.

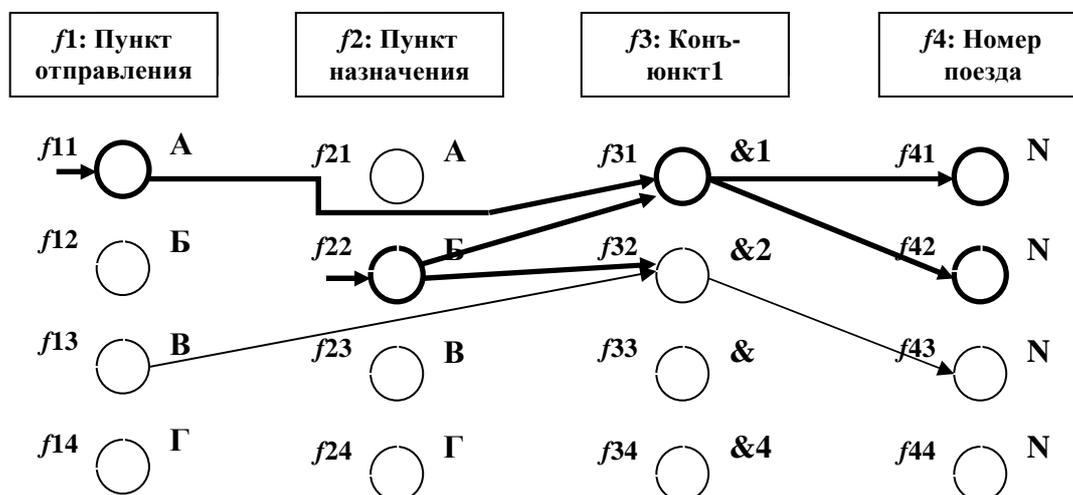


Рис.1. Поиск решения методом распространения возбуждения в сети фреймов (выделен путь распространения возбуждения).

Изложенный метод и нотация прошли проверку на учебных примерах и будут учтены в процессе разработки следующих версий реализации инструментальных средств ИКС фреймового типа.

Литература

1. Дерябкин, В.П. Фреймовая база знаний информационной компьютерной среды [Текст] / В.П. Дерябкин, А.И. Белоусов // Перспективные информационные технологии для авиации и космоса (ПИТ-2010). – Самара, СГАУ, 2010. – С. 61-64.
2. Дерябкин, В.П. Модель базы знаний интеллектуальной фреймовой среды [Текст] / В.П. Дерябкин // Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении (ПИТ-2012) / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2012. – С. 164-168.
3. Джарратано, Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирования [Текст]: [пер. с англ.] / Д. Джарратано, Г. Райли - 4-е издание. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. -1152 с.
4. Любарский, Ю.А. Интеллектуальные информационные системы [Текст] / Ю. А. Любарский. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 232 с.



ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В последнее десятилетие, дистанционное обучение (далее ДО) становится все более популярным. Экзамены являются неотъемлемым и жизненно важным компонентом обучения. Эффективность экзаменов в значительной степени зависит от взаимодействия с преподавателем и знания того, кто находится на другом конце «провода». Следствие – процедура проверки подлинности учащихся рассматривается как одна из ключевых проблем ДО.

До сих пор не предложено оптимальных технологических решений, большинство ДО предполагает очную экзаменационную сессию. Внедрение методов биометрического распознавания человека, представленных в работе, в ДО приведет к повышению эффективности преподавания и содействию развитию ДО.

Система распознавания лиц в общем случае состоит из четырех модулей, как показано на рисунке 1: обнаружение, выравнивание, выделение признаков и сопоставление признаков базе данных (далее БД) зарегистрированных лиц.

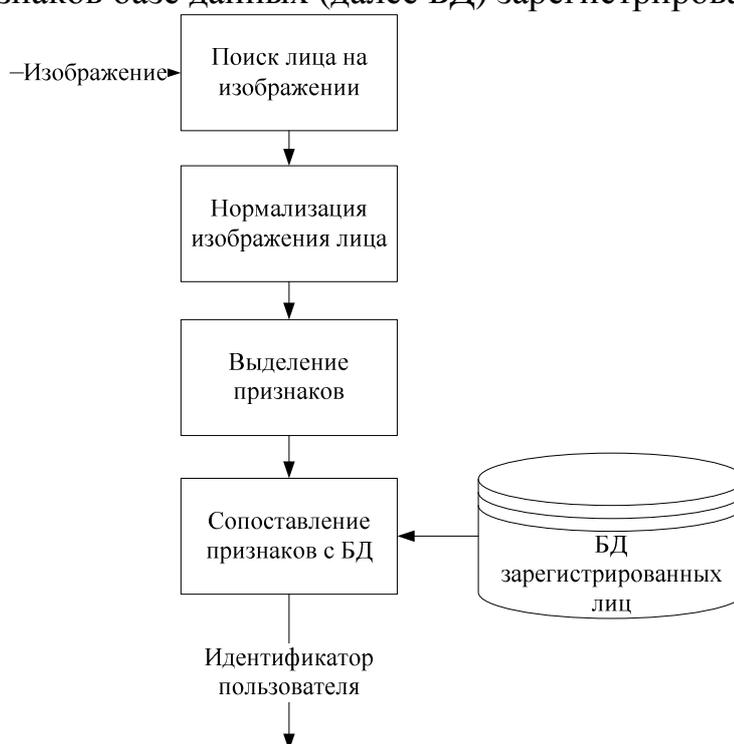


Рис. 1. Структура системы распознавания лиц.

Рассмотрим основные модули системы такие как выделение признаков и сопоставление признаков БД. В качестве выделяемых признаков будем использовать гистограммы локальных бинарных шаблонов (далее ГЛБШ). ГЛБШ доказали свою состоятельность в задачах детектирования и распознавания лиц, в



особенности из-за частичной инвариантности к условиям освещения, изменениям выражений лица и вычислительной простоте обработки изображения, что позволяет использовать ГЛБШ в реальном времени. По данным ряда исследований [1, 2] распознавание лица методом ГЛБШ обеспечивает очень хорошие результаты, как с точки зрения скорости работы и качества распознавания. Для анализа изображений необходимо иметь признаки инвариантные к изменению освещения и поворотам изображения. Указанным требованиям отвечает такое свойство ЛБШ как равномерность [3]. ЛБШ является равномерным, если количество побитовых переходов от 0 до 1, или наоборот, не превосходит 2. Например, шаблоны 00000000 (не имеет переходов), 00011100 (2 перехода) и 10111111 (2 перехода) – равномерны, в то время как шаблоны 11001101 (4 перехода) и 10010011 (6 переходов) не являются равномерными. В [4] вычислили распределение частоты появления кодов для ЛБШ (59 равномерных кодов) из 1000 изображений лица. Коды ЛБШ встречаются очень неравномерно. Необходимо разработать коды, которые встречались бы с примерно одинаковой частотой. Далее будут приведены гистограммы и возможные комбинации параметров ЛБШ, такие как количество и расположение регионов на которые делят изображение, не равномерные ЛБШ, методы построения ЛБШ.

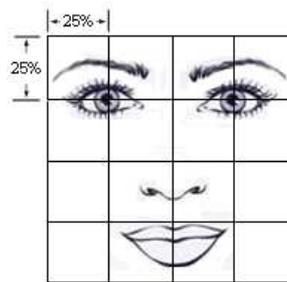


Рис. 2. График зависимости количества правильных распознаваний от количества ложных

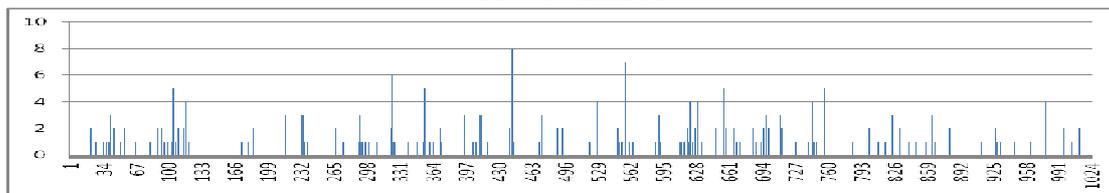


Рис. 0.2. Гистограмма из 4 квадратов по диагонали.

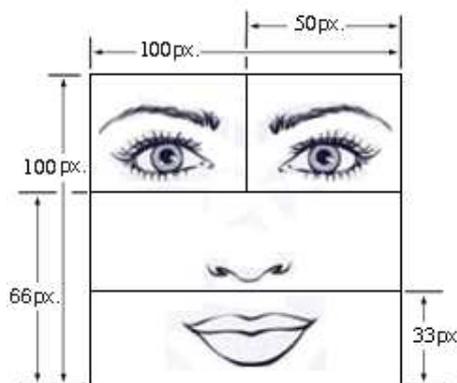


Рис. 3. График зависимости количества правильных распознаваний от количества ложных

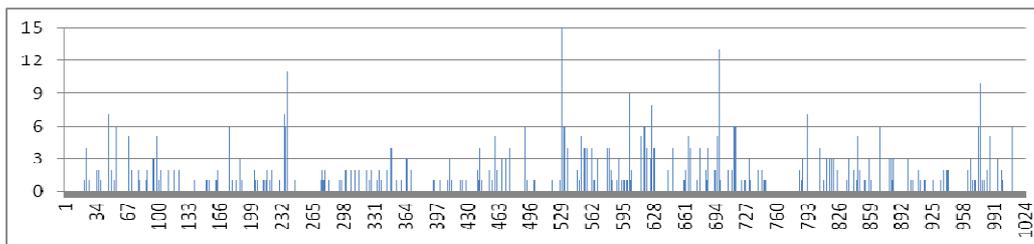


Рис 4. Гистограмма из 4 квадратов, с областями глаз, носа и рта.

В данной исследовательской работе для решения задачи сопоставления изображений, предложены искусственные нейронные сети далее (ИНС). ИНС обеспечивают значительные преимущества при распознавании лиц. Они активно используются для решения таких задач, как поиск ранее неизвестных моделей, разработка управляющих устройств на основе обратной связи и распознавание объектов. Использование ИНС повышает уровень точности по сравнению с существующими методами распознавания лиц.

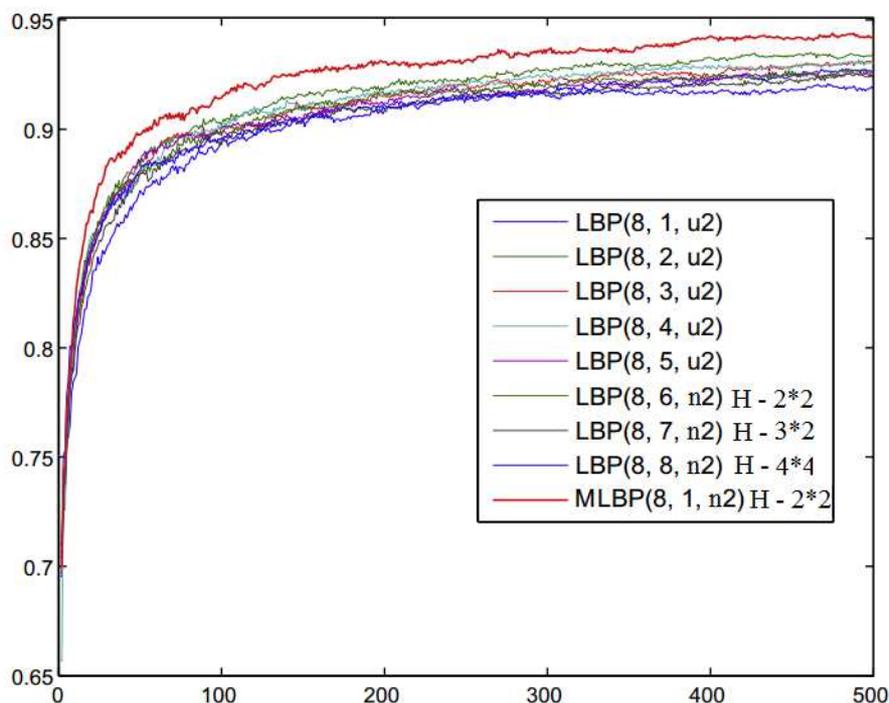


Рис 5. Классификация производительности.

Эмпирическим путем было обнаружено, что связка не равномерные ЛБШ + ИНС более инвариантна к плохим условиям освещения, изменениям выражения лица и поворотам. Исключение равномерные ЛБШ из обучающей выборки не дало какого либо заметного ухудшения работы алгоритма. Отсюда следует, что не равномерные ЛБШ для ИНС имеют большую ценность при идентификации, чем остальные. На рисунке 5 представлена классификация производительности распознавания лиц с использованием различных признаков признаками.

Литература

1. T. Ahonen Face recognition with Local Binary Patterns. Machine Vision Group / T. Ahonen, A. Hadid and M. Pietikainen. // University of Oulu - Finland, 2004.



2. T. Ahonen Face description with Local Binary Patterns: Application to Face Recognition. // T. Ahonen, A. Hadid and M. Pietikäinen. / Machine Vision Group, University of Oulu - Finland, 2006.

3. Lior Wolf, "Descriptor Based Methods in the Wild," / Lior Wolf, Tal Hassner and Yaniv Taigman, // Faces in Real-Life Images workshop at the European Conference on Computer Vision (ECCV), 2008.

4. Zhimin Cao. Face Recognition with Learning-based Descriptor. / Zhimin Cao, Qi Yin, Xiaoou Tang, and Jian Sun // Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2010.

А.Е. Загуменников

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗДАНИЯ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ Z-WAVE

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Z-Wave – запатентованный беспроводный протокол связи, разработанный для домашней автоматизации, в частности для контроля и управления на жилых и коммерческих объектах [1]. Технология использует маломощные и миниатюрные радиочастотные модули, которые встраиваются в бытовую электронику и различные устройства, такие как освещение, отопление, контроль доступа, развлекательные системы и бытовую технику. Основные преимущества перед другими технологиями:

- технология является беспроводной;
- частота работы около 900 МГц не пересекается с другими популярными беспроводными сетями;
- технология специально разработана для домашней автоматизации;
- сеть имеет mesh-структуру, что позволяет эффективно передавать данные;
- многоуровневая сетевая модель: Z-Wave определяет физический, канальный, сетевой, транспортный и частично прикладной уровни;
- большое количество готовых устройств, много производителей;
- низкое энергопотребление: например, комплексный датчик движения, температуры, влажности и освещенности может работать до нескольких лет от двух элементов питания типа ААА.

Недостатками Z-Wave являются дороговизна устройств, закрытые ПО, и протоколы. Однако, не смотря на закрытость протоколов, существует открытая библиотека OpenZWave [2], позволяющая обмениваться данными между контроллером и ПК по последовательному интерфейсу, что позволяет в полной мере управлять сетью Z-Wave.

На базе технологии Z-Wave была разработана система IntelliHome, которая представляет собой программно-аппаратную систему для автоматизации



устройств в квартире, доме, офисе или в здании. В качестве устройств могут выступать осветительные приборы, датчики температуры, влажности, давления, пожарные, охранные датчики, датчики протечек, сигнализация, электронные замки и т.д.

Основными целями данной системы являются:

- обеспечение комфорта (автоматизированное и централизованное управление);
- обеспечение безопасности (защита от пожаров, утечек, взломов);
- экономия (электроэнергии, воды, газа, тепла, и т.д.).

От программ-аналогов систему IntelliHome отличает возможность гибко задавать правила управления устройствами, как в декларативном стиле, так и в императивном посредством скриптов на языке Groovy.

Основные принципы, заложенные в систему IntelliHome:

- поддержка не только аппаратной платформы Z-Wave, но и возможность интеграции с другими сетями;
- клиент-серверная архитектура приложения для поддержки одновременной работы нескольких пользователей;
- кроссплатформенные технологии для поддержки широкого спектра оборудования, на котором может быть установлена система;
- веб-интерфейс пользователя для поддержки разнообразных клиентских устройств: от настольного компьютера и ноутбука до планшетного компьютера и смартфона, а также для возможности удаленного управления;
- модульность, расширяемость и масштабируемость для возможности добавления новых функций, специфичных для конкретной ситуации;

Основные функции системы IntelliHome:

- онлайн отображение данных с датчиков;
- сохранение и отображение статистики данных с датчиков;
- построение графиков по сохраненным данным;
- отправка команд устройствам;
- создание правил и скриптов управления устройствами.

Система IntelliHome разработана на языке программирования Java на платформе Spring Framework [3]. Система состоит из основного модуля ядра и модуля веб интерфейса. Модуль ядра обменивается данными с сервером баз данных PostgreSQL [4] и с контроллером Z-Wave подключенным по USB, который, в свою очередь, управляет всей Z-Wave сетью. Модуль веб интерфейса обменивается данными с клиентскими приложениями – браузерами ПК, ноутбуков, планшетов и мобильных устройств. Модули ядра и веб интерфейса размещаются в сервере приложений Java. Диаграмма развертывания показана на рисунке 1.

Возможности и варианты комплектации системы в зависимости от типа здания:

Квартира:



- дистанционное включение/выключение, регулировка яркости осветительных устройств;
- просмотр текущих значений и графиков температуры и влажности;
- автоматическое включение/отключение обогревательных устройств в зависимости от показаний датчика температуры.

Частный дом:

- дистанционное управление жалюзи;
- регулировка температуры радиаторов отопления в зависимости от показаний датчика температуры;
- охрана дома с помощью датчика движения, датчиков открытия дверей, окон, сигнализации.

Офис:

- управление системой вентиляции/кондиционирования/отопления в зависимости от показаний датчиков температуры и влажности;
- охрана офиса с помощью датчика движения, датчиков открытия дверей, окон, сигнализации;
- электронный кодовый дверной замок.

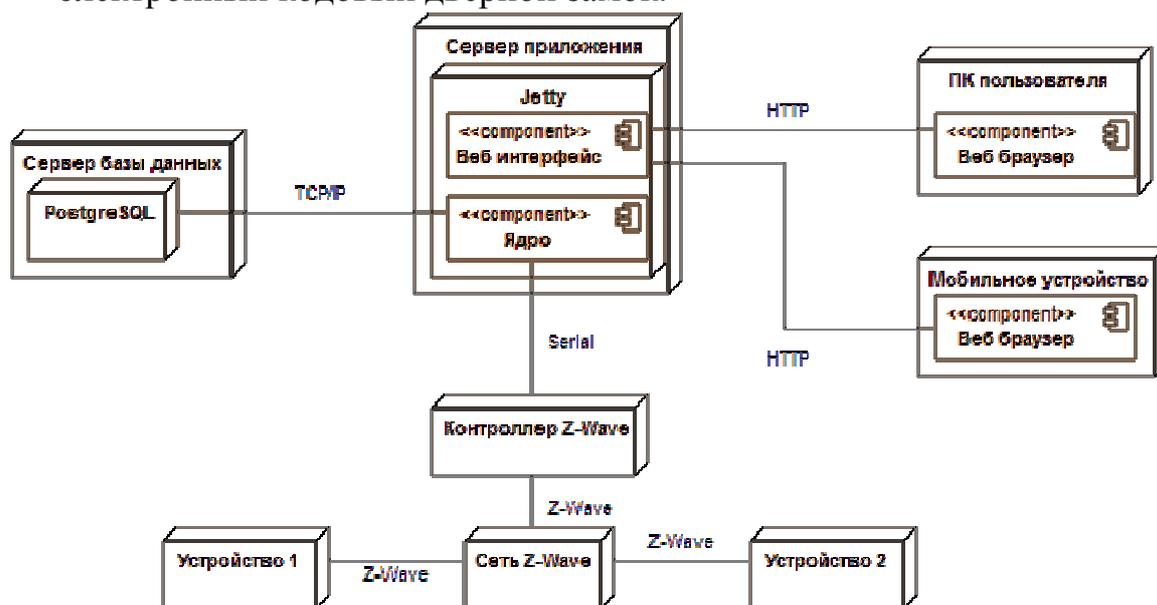


Рис. 1. Диаграмма развертывания системы IntelliHome

Литература

1. Z-Wave [Электронный ресурс]. – <http://ru.wikipedia.org/wiki/Z-Wave>.
2. open-zwave, An open-source interface to Z-Wave networks [Электронный ресурс]. – <https://code.google.com/p/open-zwave>.
3. Spring Framework [Электронный ресурс]. – <http://www.springsource.org/spring-framework>.
4. PostgreSQL: About [Электронный ресурс]. – <http://www.postgresql.org/about>.



Л.Ф. Зиангирова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКЕ ПЕДАГОГОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

(Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы)

Одним из перспективных направлений внедрения интеллектуально-информационных технологий в образование является использование прикладных систем на основе методов искусственного интеллекта, таких как экспертные системы, интеллектуальные обучающие системы, экспертные обучающие системы. Интеллектуализация обучающих систем, рост числа программных комплексов, реализующих идеи и принципы искусственного интеллекта, обусловили необходимость в научно-обоснованной методической системе обучения основам искусственного интеллекта будущих педагогов профессионального обучения.

Принципы построения систем диалога для экспертно-обучающей системы рассмотрены в работах Е.И. Машбиц, И.Н. Голицыной, А.М. Гофен, Р. Левина, Т.В.Корниловой, О.К. Тихомирова, М.А. Сухининой и др. Подходы к построению архитектуры экспертных обучающих систем рассматривались Е.Б.Кисель, В.А. Петрушиным, Э.В. Поповым, И.Б. Фоминых, М.Д. Шапот.

ЭС – это набор программ, выполняющий функции эксперта при решении задач из некоторой предметной области. ЭС выдают советы, проводят анализ, дают консультации, ставят диагноз. Практическое применение ЭС на предприятиях способствует эффективности работы и повышению квалификации специалистов [1].

Экспертная обучающая система – это компьютерная система, использующая знания одного или нескольких экспертов, представленные в некотором формальном виде, а также логику принятия решения человеком-экспертом в трудно формализуемых или не формализуемых задачах.

В настоящее время основные проблемы при разработке обучающих программ (в частном случае экспертных систем) связаны с психолого-педагогическими требованиями. Педагогическая ценность экспертных систем зависит от того, учтены ли при их разработке принципы обучения. Анализ научно-педагогической литературы и электронных ресурсов показал, что экспертные системы нужно сопровождать методическими и педагогическими требованиями. К таким требованиям относятся:

1. Научность содержания ЭС предполагает предъявление средствами программы научно-достоверных сведений.

2. Доступность означает, что предъявляемый программой учебный материал, формы и методы организации учебной деятельности должны соответствовать уровню подготовки обучаемых и их возрастным особенностям.



3. Наглядность предполагает, что представленными в компьютерной форме объектами можно осуществить различные действия, изучить их не только статичное изображение, но и динамику развития в различных условиях.

4. Адаптивность предполагает реализацию индивидуального подхода к обучаемому, учет индивидуальных возможностей воспринимать предложенный учебный материал. Реализация адаптивности может обеспечиваться различными средствами наглядности, несколькими уровнями дифференциации при предъявлении учебного материала по сложности, объему, содержанию.

5. Учет индивидуальных особенностей обучаемых путём поэтапного продвижения к цели при помощи различных уровней сложности предъявляемого материала.

6. Систематичность и последовательность предполагает необходимость усвоения обучаемым системы понятий, фактов и способов деятельности в их логической связи с целью обеспечения последовательности и преемственности в овладении знаниями, умениями и навыками.

7. Сознательность обучения, самостоятельность и активизации деятельности обучаемого предполагает обеспечение средствами программы самостоятельных действий по извлечению учебной информации при четком понимании конкретных целей и задач учебной деятельности.

8. Развитие интеллектуального потенциала обучаемого предполагает обеспечение развития мышления (например, алгоритмического, программистского стиля мышления, логического, наглядно-образного, теоретического), формирования умения принимать оптимальное решение или вариативные решения в сложной ситуации и формирования умений по обработке информации.

9. Суггестивность предполагает обеспечение реакции программы на действия пользователя, в частности, при контроле с диагностикой ошибок по результатам учебной деятельности на каждом логически законченном этапе работы по программе, так и возможность получить предлагаемый программой совет, рекомендацию о дальнейших действиях или комментированное подтверждение (опровержение) выдвинутой гипотезы или предположения.

Интеллектуальные технологии обучения могут быть эффективными лишь при условии строгого учета психофизиологических и психологических особенностей студентов, наличии в ней системы диагностики и коррекции, значимых для обучения и профессиональной деятельности качеств личности и состояний человека.

К ЭС предъявляются следующие технические требования:

- удобство, возможность использовать ЭС компьютерно-осведомленным педагогом;
- надежность, наличие защиты от непредсказуемых действий;
- модульность, читабельность, возможность корректировки, переналадки;
- возможность пересылки по локальной сети;
- наличие описания ЭС, инструкции пользователю, включающий список команд по управлению ЭС;



- наличие средств для сбора информации о ходе учебной деятельности каждого обучаемого и результатах обучающей деятельности.

Экспертные системы включают в себя следующие подсистемы: база знаний, механизм вывода информации, интеллектуальный интерфейс и подсистема пояснений.

В процессе разработки экспертных обучающих систем авторам следует учитывать не только уровень подготовки (низкий, средний, высокий), но и уровни усвоения (узнавание, алгоритмический, эвристический, творческий), а в некоторых случаях – психологические особенности, личностные предпочтения обучаемого (например, выбор режима и темпа работы, дизайна экрана, вариантов интерактивного взаимодействия).

Необходимо учитывать также реализацию возможности получения объяснения целесообразности того или иного решения, получения объяснения действий системы, воспроизведения цепочки правил, используемых системой. Система должна фиксировать и запоминать ошибки в рассуждениях пользователя, чтобы он в любой момент мог вернуться к ним. Ошибки должны быть диагностированы, а помощь пользователю должна быть равнозначна этим ошибкам.

Эффективность использования экспертной обучающей системы зависит, прежде всего, от опыта эксперта или группы экспертов, чьи обобщенные знания и опыт положены в основу работы системы, а также от технических возможностей средств ИКТ, качества конкретного программного обеспечения.

Практическая реализация персонализированного обучения, основанного на выборе индивидуальных обучающих воздействий, осуществляется за счет обеспечения максимальной свободы в выборе ответа на вопросы, а также возможности помощи или подсказки.

Системы искусственного интеллекта развиваются в направлении понимания процессов человеческого познания. Интеллектуальной обучающей системой принято считать комплекс организационно-методического, информационного, математического и программного обеспечения. Однако в это понятие должны быть включены и «человеческие» составляющие данной системы: ученик и учитель. В связи с этим интеллектуальную обучающую систему необходимо рассматривать как сложную человеко-машинную систему, работающую в режиме интерактивного взаимодействия в схеме ученик – система – педагог. Подобные системы принято ориентировать на конкретную предметную область [2].

Интеллектуальные обучающие системы состоят из двух частей: основной части, включающей в себя учебную информацию (образовательный контент), и вспомогательной части, реализующей интеллектуальное управление ходом учебного процесса.

Опыт создания и использования ЭС выявил следующие проблемы:

- необходимо создание большого количества ЭС со своей иерархией задач;
- мало специалистов – инженеров по знаниям;



- слабые объяснительные способности ЭС, отсутствие дифференциации объяснений в зависимости от квалификации и опыта пользователя;
- трудности в оценке качества рекомендаций и сравнении решений ЭС и экспертов.

Таким образом, использование экспертных систем (ЭС), являющихся одним из элементов искусственного интеллекта, прежде всего, осуществляет идеи лично ориентированного обучения, позволяет максимально индивидуализировать учебно-воспитательный процесс, повышает качество обучения и способствует развитию индивидуальных способностей студентов.

Литература

1. Киселев, Г.М. Информационные технологии в педагогическом образовании [Текст]: учеб. пособие / Г.М. Киселев, Р.В. Бочкова. – М.: Дашков и К, 2012. – 308 с.
2. Нестеров, А.В. Информационные педагогические технологии [Текст]: учеб.-метод. пособие / А.В. Нестеров, В.В. Тимченко, С.Ю. Трапицын. – СПб.: Книжный дом, 2003. – 340 с.

И.В. Колесников

УПРАВЛЕНИЕ P2P ТРАФИКОМ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ DEEP PACKET INSPECTION

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики)

P2P — это оверлейная компьютерная сеть, основанная на равноправии участников. Часто в такой сети отсутствуют выделенные серверы, а каждый узел является как клиентом, так и выполняет функции сервера.

На сегодняшний день, объем p2p трафика в компьютерных сетях может достигать 80%. Такой объем складывается совокупным использованием p2p приложений: Skype, BitTorrent, EMule и др.[1]

Многие сетевые провайдеры уже сегодня накладывают ограничения на трафик p2p внутри своих сетей, так как трафик домашних абонентов до сих пор оставался фактически без контроля, что давало возможность тому же BitTorrent забрать себе всю свободную пропускную способность, что, в свою очередь, вело к деградации любых других веб-приложений.

Проблема определения трафика p2p обусловлена тем, что:

- большинство P2P приложений позволяют изменять номера портов по умолчанию на любые;
- многие современные приложения предпочитают использовать случайные номера портов. Также существует тенденция использования номеров портов известных приложений, таких как 80 порт.



Решением данной проблемы становится Deep Packet Inspection (DPI). Система Deep Packet Inspection (см.рис. 1), выполняет глубокий анализ всех проходящих через неё пакетов. Термин «глубокий» подразумевает анализ пакета на верхних уровнях модели OSI, а не только по стандартным номерам портов.

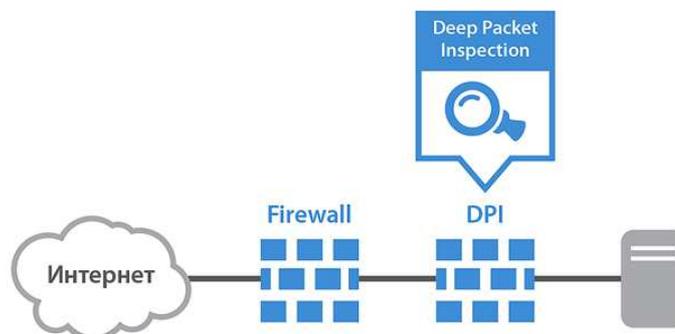


Рис. 1. Структура сети с Deep Packet Inspection

Помимо изучения пакетов по стандартным паттернам, по которым можно однозначно определить принадлежность пакета определённому приложению, например, по формату заголовков, номерам портов и т.п., система DPI осуществляет и поведенческий анализ трафика, который позволяет распознать приложения, не использующие для обмена данными заранее известные заголовки и структуры данных.

Осуществляется анализ последовательности пакетов, обладающих одинаковыми признаками, таким как Source_IP:port – Destination_IP:port, размер пакета, частота открытия новых сессий в единицу времени и т.д., по поведенческим (эвристическим) моделям, соответствующим таким приложениям.

Важным моментом является то, что правила, на основании которых выполняется шейпинг/блокировка трафика, могут быть заданы посредством двух основных базисов – per-service или per-subscriber.[2]

В первом случае простейшим образом оговаривается, что конкретному приложению позволяется утилизировать определённую полосу. Во втором привязка приложения к полосе осуществляется для каждого подписчика или группы подписчиков независимо от других, что производится через интеграцию DPI с существующими OSS/BSS системами оператора, см. рис. 2.

Внедрение систем DPI в России:

- 2009 Мегафон, оборудование Huawei;
- 2010 МТС, оборудование Cisco;
- 2011 Билайн, оборудование Procera;
- Ростелеком и Вымпелком планирует внедрить DPI в 2013.[3]

Производители систем DPI:

- Cisco Systems (Cisco SCE);
- Huawei;
- Allot;



- Procera;
- iPoque.

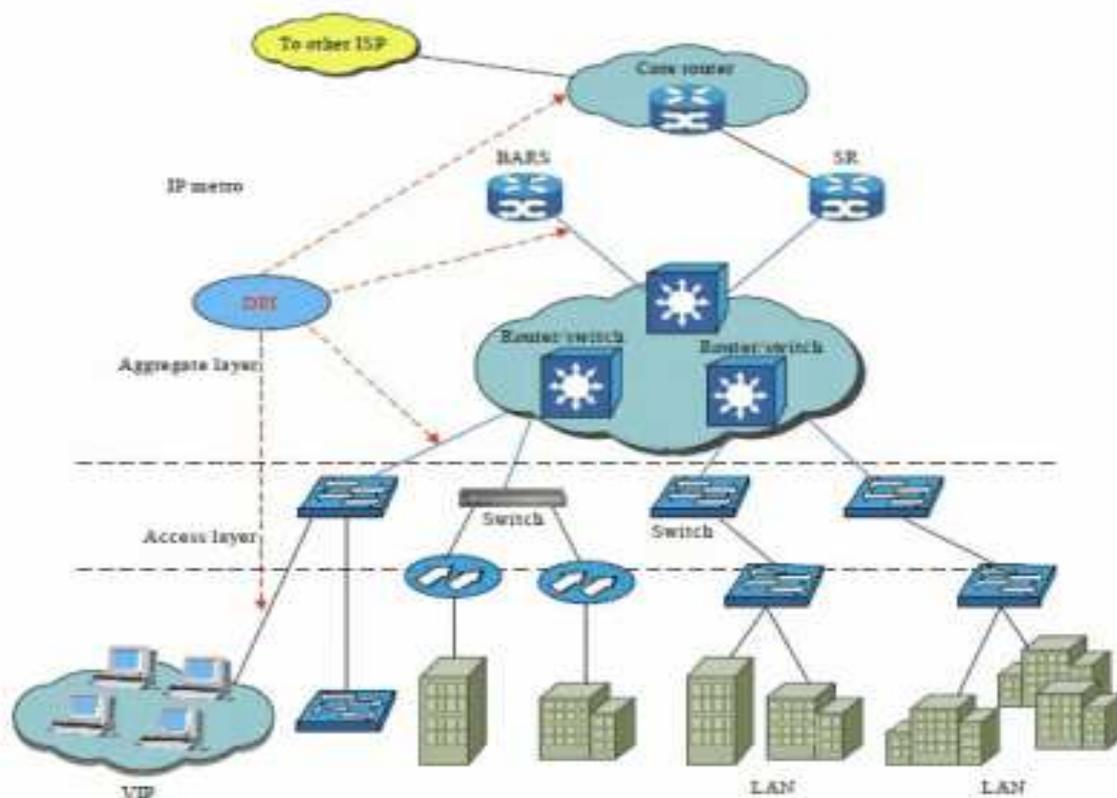


Рис.2. Схема работы пакетной сети с применением DPI

Стоимость внедрения системы DPI колеблется от нескольких тысяч до миллионов долларов США. [4]

Достоинства DPI:

- расширение сети не будет бесконтрольным, т.е. оператор всегда будет знать, трафик какого типа и в каком количестве пойдёт через его каналы, это будет прогнозируемо;
- весь трафик, который покидает или входит в сеть оператора, проходит через DPI, что предоставляет возможность мониторинга и контроля;
- DPI помогает управлять «спросом на трафик» со стороны различных абонентских приложений;
- интеллектуальное управление трафиком (Intelligent Traffic Management). Решения позволяют сетевым провайдерам формировать и применять политики управления трафиком в зависимости от обрабатываемых его клиентских приложений;
- обеспечение целостности сети (Network Integrity). С помощью этих инструментов сетевые провайдеры могут применять упреждающие меры против любых видов вредоносного трафика, снижая тем самым влияние на сеть таких внешних воздействий, как черви, спам и DoS-атаки.

Недостатки DPI:

- разделение трафика позволяет одинаковым IP-пакетам присвоить дополнительную стоимость;



- у каждого производителя оборудования своя интерпретация поведенческих моделей соответствующих протоколов, значит, точность детектирования разнится;
- в последующем, возможно введение ограничений по использованию абонентами отдельных сетевых протоколов.

Системы Deep Packet Inspection обладают недостатками, требующими доработки и/или стандартизации. Но уже сегодня можно утверждать, что со временем все сетевые операторы будут использовать решения DPI, так как трафик самого разного происхождения (p2p, voip) растет лавинообразно, а так же в связи с принятием закона от 2 июля 2013 года № 187-ФЗ «О внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации по вопросам защиты интеллектуальных прав в информационно-телекоммуникационных сетях».

Литература

1. Internet 2012 in numbers [Электронный ресурс] // royal.pingdom.com – 2012. – Режим доступа: <http://royal.pingdom.com/2013/01/16/internet-2012-in-numbers/>
2. Requirements for Deep Packet Inspection in Next Generation Networks [Электронный ресурс]. 2012. – Режим доступа: <http://cryptome.org/2012/12/itu-deep-packet.pdf>
3. Российская iMarker научилась зарабатывать на чужом интернет-трафике [Электронный ресурс] // Vedomosti.ru – 2013. – Режим доступа: <http://www.vedomosti.ru/tech/news/15669231/bolshoj-reklamnyj-brat>
4. Интернет-фильтрация в России: еще и слежка [Электронный ресурс] // Privacy International – 2012. – Режим доступа: <http://www.forbes.ru/tehnology/194198-internet-filtratsiya-v-rossii-eshche-i-slezhka>

А.Б. Кузьмичев

О ПОДХОДЕ К АВТОМАТИЗАЦИИ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ В УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

(Поволжский государственный университет сервиса, г. о. Тольятти)

Предпосылки работы

1. Отсутствие какой либо реальной автоматизированной системы по составлению расписания занятий в учебных заведениях, особенно в высших, при наличии в достаточном количестве современной вычислительной техники.
2. Отсутствие, при наличии огромного количества различного уровня научных и практических работ, внедренных в реальные процессы планирования алгоритмы автоматического и автоматизированного планирования.
3. Отсутствие на фоне всеобщего массового требования о повышении качества образования элементарного последовательного цикла изучения



дисциплин. То есть занятия проводятся не по принципу точного соблюдения тематического плана по дисциплине, а по принципу недельного планирования (как получится, так и будет) [6].

Цели данной публикации и разработки :

1. Создать открытое для доступа и использования математическое, алгоритмическое и программное обеспечение по реализации автоматического и автоматизированного составления расписания занятий в учебном заведении.

2. Разработать математическую и алгоритмическую составляющую для автоматического составления расписания с использованием опыта составления расписания в конкретном учебном заведении (режим обучения по составленному расписанию в ручном режиме).

3. Предложить математическую и алгоритмическую реализацию автоматического и автоматизированного составления расписания, учитывающую все необходимые ограничения, накладываемые на участников процесса планирования.

Теоретические аспекты составления расписания занятий

Теория расписания, которая лежит в основе данной работы является с одной стороны достаточно хорошо изученной и описанной во многих работах, начиная с 1960-х годов. Она в какой то степени широко используется как при организации работы производств и предприятий, так и применима для учебных заведений [1], [2], [3], [4].

Расписание занятий с точки зрения формализации в теории расписаний есть определение на шкале времени места проведения занятий по заданным дисциплинам обучения с выполнением предъявляемым к ним требованиям. Требования формируются участниками учебного процесса и руководящими документами.

Исходными составляющими данного процесса являются:

1. Р – потоки обучения, которые включают в свой состав от одной до нескольких групп обучения, или подгруппы, которые образуются за счет деления одной или нескольких групп на отдельные подразделения. Такой подход сильно усложняет задачу планирования, так как идет увеличение участников планирования.

2. Т — преподаватели, являющиеся основным механизмом воздействия на потоки обучения. В отличие от классических подходов в теории расписания (один механизм - одна операция) в данной ситуации могут быть ситуации, когда несколько преподавателей могут объединяться в один «механизм» для проведения занятия.

3. D – дисциплины обучения, основой которой является тематический план обучения, включающий различные типы занятий. С точки зрения теории расписания одно занятие есть операция, которая является частью работы, предназначенной для выполнения в указанный период времени.

4. А — аудитории, являющиеся местом для проведения занятий (выполнения операции). Во многих существующих теориях и системах, реализующих составление расписания, данный участник выносится из общей



задачи с целью упрощения системы.

Постановка задачи на планирование

Во многих работах она формулируется, как перебор всевозможных вариантов для всех исходных данных процесса планирования (декартово множество $R = \{P * T * D * A * z\}$, где z – периоды проведения занятия (дата и пара). При таком подходе делается вывод о сложности составления расписания, так она при ее решении появляется экспоненциальный рост количества сочетаний, что делает задачу NP-полной [2].

Однако такой подход является некорректным, так как уже на предварительной подготовке к планированию данное сочетание сокращается за счет объединения преподавателя, потока, аудитории (возможной аудитории) и проводимого занятия в одну единицу планирования — называемого часто занятие. В некоторых научных работах это изложено как научная новизна (хотя во всех процессах ручного планирования данный подход являлся базовым).

Если рассматривать планирование в данном случае как процесс определения временного отрезка для конкретного занятия, то задача становится классической с точки зрения теории расписаний. А именно, необходимо для заданного числа работ (дисциплин) и операций (занятие дисциплины) определить такие временные отрезки, чтобы составленное расписание соответствовало заданным критериям оптимальности и предъявляемым требованиям.

При этом для составления расписания должны быть определены:

1. Дисциплины и занятия по ним (работы и операции) - основой является тематический план изучения дисциплины.

2. Преподаватели и аудитории (машины и место расположения машин) для проведения занятий. В большинстве случаев по всем занятиям в тематическом плане определены преподаватели (жесткая привязка) и возможные аудитории (плавающая привязка). Исходя из этого можно утверждать, что эти сведения практически определены в п.1 в тематическом плане.

3. Порядок прохождения занятий (операций по машинам). В настоящее время данный пункт при составлении расписания занятий опускается на основе предположения, что при усвоении материалов дисциплины он не является критичным. То есть с точки зрения составления расписания порядок будет являться случайным. Однако, как показала практика проведения занятий в военных учебных заведениях, это требование является очень важным и с точки зрения составления расписаний может быть реализовано. То есть при этом порядок прохождения занятий будет не случайным, а конвейерным.

4. Критерий оценки расписания — некоторый параметр, вычисляемый по полученному расписанию, показывающий его оптимальность с заданных точек зрения. Для учебного процесса критерием оценки расписания выступает многопараметрическая функция, включающая как дискретные обязательные требования, так и рекомендуемые оптимизационные требования. Во многих работах данная функция является определяющей с точки зрения составления оптимального расписания. В качестве ее часто используют функцию суммы



штрафов, позволяющей достаточно просто оценить оптимальность составленного расписания.

Для автоматизированного составления расписания достаточно задать первые два пункта (в военных учебных заведениях три). Четвертый пункт (критерий оценки) реализуется на основе опыта операторов при составлении расписания. Важным моментом для автоматизации является создание такого подхода, который бы позволял оператору делать расписание по выбранным занятиям за минимальное время с контролем на уровне программы или оператором визуально за выполнением заданных требований. Фактически в данном случае решение задачи сводится к поиску наилучшего интерфейса работы программы и является чисто инженерной задачей.

Для автоматического составления расписания необходимо выбрать теоретический подход, разработать и реализовать необходимый математический аппарат по поиску оптимального расписания. В настоящее время существуют следующие теоретические подходы к составлению расписания:

1. Метод прямого перебора [2].
2. Эвристический алгоритм [1].
3. Генетический алгоритм [2].
4. Логическое программирование в ограничениях [5].

В данной работе был принят эвристический алгоритм на основе метода ветвей и границ [4]. Основными шагами при составлении расписания являются следующие:

1. Определение возможности составления расписания при заданных ограничениях. Основано на вычислении количества свободных занятий и сравнения их с необходимыми для планирования при заданных ограничениях.

2. Ранжирование дисциплин по вычисляемому критерию, включающему занятость преподавателя, потока, аудитории.

3. Составление расписания для ранжированных дисциплин по заданным ограничениям.

4. Если невозможно составить по заданным ограничениям для текущей дисциплины расписание, то откат планирования текущей дисциплины и возврат к п. 3 для перепланирования (итерация).

5. Окончание планирования при достижении последней дисциплины или невозможности составления расписания для n -ой дисциплины при k итерациях.

Данный алгоритм является обобщенным и требует детализации на каждом шаге с целью его совершенствования.

Литература

1. Безгинов А. Н., Трегубов С. Ю. Комплекс алгоритмов построения расписания вуза. Ч. 1: Система оценки качества расписания на основе нечетких множеств, алгоритм поиска оптимального расписания // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2011. Вып. 5.

2. Теория расписаний и вычислительные машины. Под ред. Э.Г.



Коффмана.- М.: Наука, 1984.

3. Конвей Р. В., Максвелл В. Л., Миллер Л. В. Теория расписаний.- М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука", 1975.

4. Танаев В.С., Шкурба В.В. Введение в теорию расписаний.- М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука", 1975.

5. Щербина О.А. Удовлетворение ограничений и программирование в ограничениях // Интеллектуальные системы. 2011. 15 (N 1-4). С. 53-170

6. Пиликов Н.П. Задача составления школьного расписания. / Сайт по планированию и организации многосменного режима работы. Режим доступа: <http://www.mnogosmenka.ru/pilikov/school.htm>. (Актуально на 28.02.2013).

И.А. Лёзин, Д.Е. Маркелов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗ ЗНАНИЙ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Знание – совокупность информации и правил вывода о мире, свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений, а также правилах использования их для принятия решений. Главное отличие знаний от данных состоит в их структурности и активности, появление в базе новых фактов или установление новых связей может стать источником изменений в принятии решений. В процессе своей работы как научно-исследовательские отделы, так и коммерческие компании накапливают большой массив фактов, показателей, измерений. Часто эксперт не может охватить весь объем информации.

Рассматриваемый подход позволяет провести анализ текущей ситуации, установить взаимосвязи между показателями и сформировать правило влияния факторов друг на друга. Предлагается автоматизированная система, позволяющая решить задачу извлечения знаний из данных. Разработанная система предназначена для повышения эффективности ведения проектов НИР и ОКР в аэрокосмических приложениях.

Ключевые слова — извлечение знаний, большие массивы данных, нечеткая логика, классификация

Автоматизированная система (АС) позволяет классифицировать конструкторско-технологические элементы деталей на основе массивов накопленных данных. АС позволяет загружать данные, строить первичную базу знаний и оптимизировать ее. Основной особенностью АС является объяснение полученных результатов работы, то есть представление полученных знаний в понятном для человека виде. Кроме того, система оценивает противоречивость и полноту построенной базы знаний на основе внутренних критериев качества, используемых в АС.



Входными данными системы является наборы входных и выходных переменных, полученных в результате накопления опыта и знаний о конструкторско-технологических элементах деталей. Входными переменными являются характеристики детали, такие как вогнутость ребер, наличие петель, характеристика внутренних или внешних петель. Выходной переменной является класс детали.

После загрузки массивов данных система начинает выполнять этап статистической обработки, заключающийся в нахождении оценки взаимосвязи переменных. Результатом работы системы будет исключение из рассмотрения переменных, которые не вносят существенный вклад в значение результирующей переменной.

После сокращения объема обрабатываемых данных за счет исключения незначимых переменных система переходит к этапу кластеризации. На данном этапе определяются группы признаков и классы деталей. Результатом кластеризации будет являться то, что «похожие» объекты будут принадлежать одной группе, а объекты разных группы будут как можно более отличны. Степень схожести объектов внутри группы определяется на основе метрик. Для более тонкой настройки пользователю предоставляется выбрать один из нескольких способов определения кластеров.

Следующим шагом в построении базы правил классификации конструкторско-технологических элементов деталей является определение принадлежности объекта к тому или иному кластеру. На этапе определения коэффициента принадлежности было принято допущение, что границы значений функции принадлежности лежат на серединных значениях соседних с рассматриваемым кластером. Точная подстройка вида функции принадлежности осуществляется изменением параметра кривой функции. Вид функции, а также нечеткая алгебра могут быть заданы вручную пользователем АС.

После определения принадлежности система уже обладает первичной базой знаний. До применения базы знаний для классификации должна быть проведена ее оптимизация. Этап оптимизация рассматривает правила во взаимодействии между собой, рассматриваются такие качества базы знаний как непротиворечивость и полнота. Исключение противоречивых правил проводится на основе подсчета рейтинга правил. Достоинством предложенного решения является то, что поиск групп противоречивых правил осуществляется с помощью синтаксического анализа, что позволяет избавиться от рассмотрения конкретных значений, связей между ними и привязки к конкретной предметной области. Определение полноты базы знаний заключается в определении некоего «предела» совпадения различных характеристик истинности. Для этого определяется супремум всех выводов возможных посылок и инфимум всех возможных заключений по каждому правилу.

Результирующая база представляется пользователю для просмотра как набор правил вида «ЕСЛИ...ТО». Пользователь может сохранить базу знаний или перейти к форме оценке качества построенной базы знаний. На форме



представлены количественные оценки противоречивости и полноты базы знаний.

Следующим этапом будет являться применение полученной базы знаний к определению класса элемента детали. Для этого необходимо задать признаки детали, после чего система произведет поиск по базе знаний. Система отобразит класс детали, либо покажет, что результат не может быть найден. В этом случае база знаний будет расширена записью про данную деталь и в дальнейшем в режиме проактивной работы система пересмотрит и оптимизирует существующую базу знаний. Обновленная база знаний будет доступна для следующих сеансов определения классификации.

Литература

1. Мурашко, А.Г. Извлечение знаний из баз данных при помощи нейронной сети и нечеткого интерпретатора [Текст]/А.Г. Мурашко, И.В. Шевченко//Сб. научных трудов/Кременчугский университет экономики, информационных технологий и управления. -2008. – Вып. 5.– С. 41-44.
2. Болдырев, М.В. Решение задач с применением нечеткой логики [Текст]/ М.В. Болдырев//Энергосбережение, автоматизация в промышленности, интеллектуальные здания и АСУТП. -2010. – Вып. 5.– С. 5-7.
3. Заде, Л.А. Понятие лингвистическое переменной и его применение к принятию приближенный решений [Текст]/Л.А. Заде / пер с англ. под ред. Аверкина А.Н. – М.: Горячая линия – ТелекоФИЗМАТЛИТ, 2009 – 252 с.
4. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств [Текст]/А.Кофман / пер с франц. – М.: Радио и связь, 2007. – 432 с.
5. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст]/Д. Рутковская, М. Пилинский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006 – 452 с.
6. Борисов, В.В. Нечеткие модели и сети [Текст]/В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов – М.: Горячая линия – Телеком, 2007 – 484 с.
7. Новак, В. Математические принципы нечеткой логики [Текст] / В. Новак, И. Перфильева, И. Мочкорж / пер с англ.; под ред. Аверкина А.Н. – М.: Горячая линия – ТелекоФИЗМАТЛИТ, 2006. - 252 с.
8. Батыршин, И.З. Основные операции нечеткой логики и их обобщение [Текст]/И.З. Батыршин. – Казань: Отечество, 2008 г. – 100 с.
9. Судов, Е.В. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России [Текст]/Е.В. Судов, А.И. Левин. – М.: НИЦ CALS- технологий «Прикладная логистика», 2002. – 158 с.
10. Бакалдин, С.В. КОМПАС-Автопроект: ключ к успешной подготовке производства [Электронный ресурс]/С.В. Бакалдин//САПР и Графика. – 2011, №10.
11. Васильев, С.А. СИТЕП: инвариантная система технологического проектирования [Электронный ресурс]/С.А. Васильев, В.И. Кузьмин//САПР и Графика. – 2010, №7.



12. Шутко, В.С. Комплексная система технологической подготовки производства TECHCARD [Электронный ресурс]/В.С. Шутко, А.А. Купрянчик//САПР и Графика. – 2010, №12.

13. Кашуба, А.В. ADEM: единое конструкторско-технологическое пространство [Электронный ресурс]/А.В. Кашуба//САПР и Графика. – 2012, №3.

14. Лихачев, А.Р. «ТехноПро» - мощная система технологического проектирования [Электронный ресурс]/А.Р. Лихачев//САПР и Графика. – 2012, №6.

И.В. Лёзина, Н.Ю. Яшин

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТЬЮ КОХОНЕНА

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В настоящий момент сфера применения законов распределения чрезвычайно обширна, начиная от расчетов времени обслуживания заявок в банках и заканчивая приборостроением для определения вероятности брака на производстве. Поэтому анализ законов распределения и их идентификация становится немаловажной научно-практической задачей.

В качестве основы для решения достаточно сложной задачи идентификации законов распределения, наиболее удобным представляется использование таких интеллектуальных систем, как искусственные нейронные сети.

Одной из наиболее часто применяемых для идентификации сетей является нейронная сеть Кохонена, относящаяся к классу самоорганизующихся сетей. Обучение в сети Кохонена становится возможным, благодаря ряду самоорганизующихся операций в отдельных сегментах сети, представляющей из себя двумерную (чаще всего) решетку, в узлах которой располагаются нейроны (рис. 1 [1]). Такую двумерную решетку также называют картой Кохонена. На каждом этапе обучения выбирается нейрон сети, чьи веса в наибольшей степени соответствуют подаваемому на вход вектору-сигналу. Он объявляется победителем.

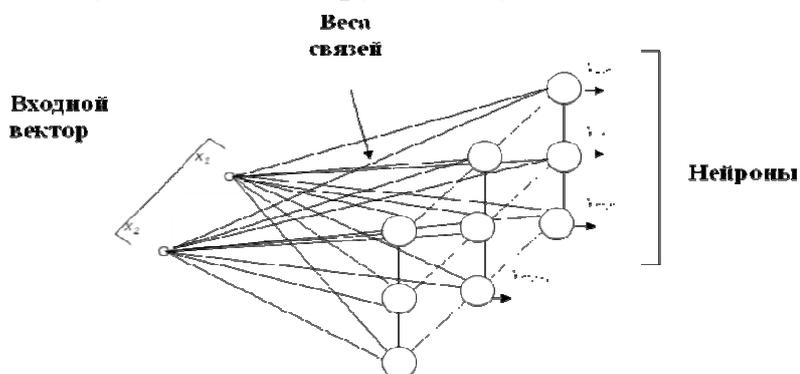


Рис. 1. Структура самоорганизующейся сети Кохонена



Была разработана автоматизированная система идентификации законов распределения нейронной сети Кохонена. В качестве меры соответствия весов нейрона-победителя входному вектору была выбрана евклидова мера, вычисляемая по формуле [1]:

$$d(x, w_i) = \|x - w_i\| = \sqrt{\sum_{j=1}^N (x_j - w_{ij})^2}, \quad (1)$$

где x_j и w_{ij} - веса входного вектора и нейрона сети соответственно.

Этапом, предваряющим обучение сети, является инициализация весовых коэффициентов нейронов сети. Весам присваиваются значения, сформированные генератором случайных чисел, что изначально исключает какую-либо упорядоченность сети Кохонена по какому-то признаку.

Само обучение сети подразумевает под собой три последовательных процесса: конкуренцию, кооперацию и синаптическую адаптацию.

Обучение сети в системе может быть произведено по одному из трех алгоритмов: алгоритму WTA, алгоритму Кохонена (с прямоугольным или с гауссовским соседством) или алгоритму нейронного газа [1]. При обучении по алгоритму WTA на каждом этапе изменению весов подвергается лишь один нейрон сети. Алгоритмы Кохонена и нейронного газа позволяют на каждой итерации обучения подвергнуть синаптической адаптации большее количество нейронов, учитывая их соседство с нейроном-победителем или же величину евклидова расстояния весов нейронов от весов входного вектора. Общая формула синаптической адаптации нейронов может быть представлена в виде:

$$w_j(n+1) = w_j(n) + \eta(n)h_{j,i(x)}(n)(x - w_j(n)), \quad (2)$$

где $\eta(n)$ – параметр скорости обучения; $h_{j,i(x)}(n)$ – функция окрестности с центром в победившем нейроне $i(x)$ [2]. Именно различное определение определений функции окрестности является тем, что позволяет достичь совершенно разного вида и организации карты Кохонена. Так, для алгоритма WTA функция $h_{j,i(x)}(n)$ принимает значение, равное единице, что и позволяет изменить веса лишь нейрона-победителя. При выборе алгоритма Кохонена с гауссовским соседством функция окрестности определяется в виде:

$$h_{j,i(x)} = \exp\left(-\frac{d_{j,i}^2}{2\sigma^2}\right), \quad (3)$$

где $d_{j,i}$ – расстояние между победившим и соседним нейронами, σ – эффективная ширина топологической окрестности (уровень соседства) [2].

При обучении по алгоритму нейронного газа на каждой итерации все нейроны сортируются в зависимости от их расстояния до входного вектора x . После сортировки нейроны размечаются в последовательности, соответствующей увеличению удаленности

$$d_0 < d_1 < d_2 < \dots < d_{K-1}, \quad (4)$$

где $d_i = \|x - w_{m(i)}\|$ обозначает удаленность i -го нейрона, занимающего в резуль-



тате сортировки m -ю позицию в последовательности, возглавляемой нейроном-победителем, которому сопоставлена удаленность d_0 [2]. Значение функции соседства для i -го нейрона $S(i, x)$ определяется по формуле

$$S(i, x) = \exp\left(-\frac{m(i)}{\lambda}\right), \quad (5)$$

в которой $m(i)$ обозначает очередность, полученную в результате сортировки ($m(i) = 0, 1, 2, \dots, K-1$), а λ – параметр, аналогичный уровню соседства в алгоритме Кохонена, уменьшающийся с течением времени [2].

Параметры $\eta(n)$ и σ для эффективного обучения с течением времени должны уменьшать свои значения. При реализации в системе была выбрана зависимость экспоненциального убывания величин этих коэффициентов от числа пройденных итераций (эпох) обучения. Пользователь имеет возможность задать стартовый коэффициент обучения и количество итераций обучения, тем самым регулируя степень обучения сети.

Система работает с такими законами, как экспоненциальный, нормальный, Рэлея, Лапласа, $\text{sech}^2 ax$, равномерный, арксинуса, Вейбулла, Симпсона и Коши. Пользователь может сгенерировать псевдослучайные последовательности по одному из вышеперечисленных законов распределения, а также имеет возможность построить гистограмму плотности распределения случайной величины [3]. Пример гистограммы, формируемой системой, приведен на рисунке 2.

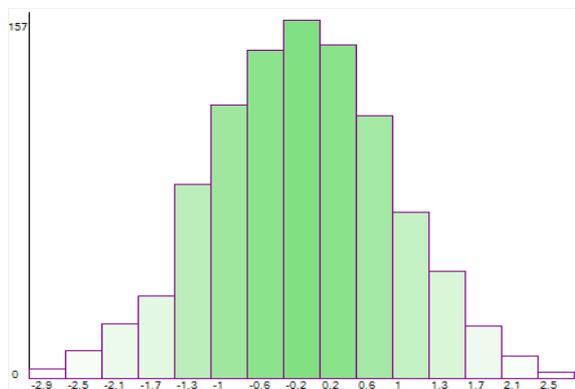


Рис. 2. Пример гистограммы для нормального закона распределения

Координаты точек гистограммы являются входной информацией для нейронов сети во время обучения.

Карты Кохонена обладают существенным достоинством – это удобная визуализация процесса обучения сети. Веса нейронов определяют их цвет на карте. В результате тестирования программы удалось выяснить, что областям, отвечающим за идентификацию экспоненциального закона, соответствует красный цвет, равномерного – серый, Лапласа – ярко-зеленый и т.д. На рисунке 3 представлено изображение карты Кохонена после обучения тремя алгоритмами при одинаковых начальных условиях.

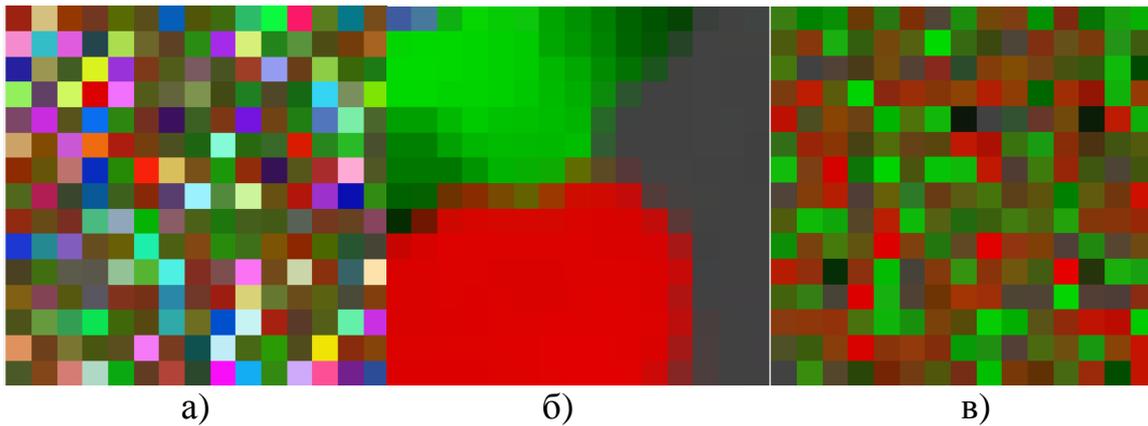


Рис. 3. Вид карты Кохонена после обучения:

- а) алгоритм WTA, б) алгоритм Кохонена с гауссовским соседством, в) алгоритм нейронного газа

Из рисунка 3 видно, что алгоритм WTA не позволяет в силу своих особенностей обучить все нейроны сети и часть из них остается «мертвыми». Алгоритм Кохонена же разделяет пространство карты на достаточно четко очерченные области, отвечающие за идентификацию определенного закона, благодаря тому что учитывает геометрическое соседство нейронов.

Окно программы во время идентификации представлено на рисунке 4. Тут пользователь может увидеть веса тестовой выборки, веса нейрона-победителя и их отклонение от весов тестовой выборки, название закона, а также увидеть какой именно нейрон в карте сработал при подаче данной тестовой выборки.

Было проведено многократное тестирование системы при различных параметрах сети, различных начальных условиях и параметрах обучения. По данным проведенного тестирования можно сделать вывод о приемлемом качестве идентификации законов системой, процент верно распознанных законов колеблется при различных условиях в промежутке 82-99 %.

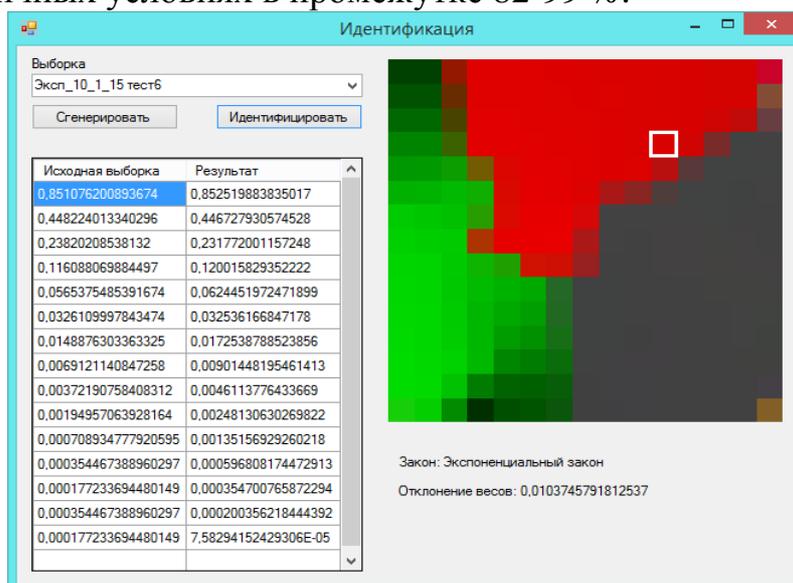


Рис. 4. Форма программы во время идентификации



Литература

1. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации [Текст] / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344с.: ил.
2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание [Текст] / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.: ил.
3. Лёзина, И.В. Автоматизированная система идентификации законов распределения нейронной сетью Кохонена [Текст] / И.В. Лёзина, Н.Ю. Яшин // Современное общество, образование и наука: сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. заоч. науч-практ. конф. 25 июня 2012 г.: в 3 ч. – Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2012. – Ч. 2. – 163 с.

А.Н. Филатов, С.М. Микушкина, И.В. Никашина

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

(ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»)

Современное компьютеризированное производство уже просто невозможно представить без интегрированных систем управления данными об изделии, основанных на CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support - непрерывное развитие и поддержка жизненного цикла) технологиях. В соответствии с этой концепцией, управление проектными и инженерными данными на предприятии осуществляется системой Windchill PDMLink (Product Data Management - управление данными об изделии).

В соответствии с концепцией развития информационных технологий в промышленно-оборонном комплексе[1], с целью построения единого информационного пространства (ЕИП) на предприятии ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», активно внедряется электронный документооборот. Это необходимо для разработки, согласования, хранения, внесения изменений, обращения электронной технической документации (ЭТД) и ведения состава изделия в электронном виде. В основу концепции положено построение ЕИП на базе прогрессивных информационных технологий. Одним из важнейших аспектов построения ЕИП предприятия является электронный архив технической документации.

Основные и наиболее ожидаемые положительные результаты от внедрения электронного документооборота:

- существенное сокращение сроков разработки конструкторской и всей сопутствующей документации с минимальным количеством извещений об изменении (разработка изделия «с первого захода»);
- коллективная работа проектно-конструкторских подразделений предприятия над проектами с разграничением прав доступа к его составным частям;
- надежное хранение и быстрый поиск информации в электронных архивах;



- максимальное использование в новых разработках отработанных и проверенных технических решений, хранящихся в базе данных (БД);
- исключение ошибок за счет устранения нескольких источников хранения одной и той же информации разных версий;
- быстрый и качественный выпуск на рынок изделия, соответствующего требованиям стандартов;

Для достижения на предприятии всего вышеперечисленного, необходимо внедрение PDM-системы, которая позволяет создать единую интегрированную среду управления инженерными данными и проектами. Безусловно, выбор системы управления инженерными данными, процесс очень сложный, трудоемкий, требующий внимания и больших усилий. Система Windchill в полной мере реализует все функции, необходимые для полноценного электронного документооборота на предприятии: классификацию и хранение документов с возможностью разграничения прав доступа, проведение изменений и их согласование в электронном виде, поиск по атрибутам и содержанию, взаимодействие с системой автоматизированного проектирования CreoElements/ Pro и многое другое.

Разработчики, конструкторы, технологи и другие специалисты в рамках ЕИП могут оперативно обмениваться информацией по изделию, отслеживать изменения в конструкторских документах, которые становятся им доступны уже на этапе проектирования, что позволяет предварительно их оценить (до начала этапа согласования) и сформировать свои предложения по корректировке.

Основной единицей хранения данных об изделии является электронная структура изделия (ЭСИ), создаваемая на основе трех объектов Windchill: «Документ», «CAD-Документ» и «Часть» – имеющая два представления. Представление Design (конструкторский состав изделия) содержит документацию, разработанную сотрудниками тематического и конструкторского подразделения. Другое представление – Manufacturing (технологическое) – формируется на основе первого представления и содержит данные об изделии, разработанные сотрудниками технологического подразделения предприятия. Следует отметить, что они могут изменяться независимо друг от друга, сохраняя при этом информационную связь между собой.

В данный момент конечным результатом конструкторской интеллектуальной деятельности является бумажный документ (чертеж). Но после внедрения ЭП (электронная подпись) силу подлинника приобретает не только чертеж, выполненный в электронном виде, но и ассоциативно связанная с ним 3D модель, которая подписывается ЭП так же, как и чертеж.

Согласно ГОСТу 2.051-2006, электронный документ (ДЭ) состоит из двух частей: содержательной и реквизитной. «Электронный документ: Документ, выполненный как структурированный набор данных, создаваемых программно-техническим средством». Вместе с тем ГОСТ 2.001-93: «Конструкторский документ в электронной форме (электронный документ): Документ, выполненный как структурированный набор данных, создаваемых программно-техническим средством». Таким образом, электронный технический документ (ЭТД) – это



конструкторский документ, выполненный в электронной форме как структурированный набор данных, создаваемых программно-техническим средством.

Содержательная часть состоит из одной или нескольких информационных единиц, содержащих необходимую информацию об изделии. Содержательная часть может состоять отдельно или в любом сочетании из текстовой, графической, аудиовизуальной (мультимедийной) информации.

Реквизитная часть состоит из структурированного по назначению набора реквизитов и их значений. Номенклатура реквизитов ДЭ - по ГОСТ 2.104. В реквизитную часть ДЭ допускается вводить дополнительные реквизиты с учетом особенностей применения и обращения ДЭ. Номенклатуру дополнительных реквизитов и правила выполнения и отображения в визуальном воспринимаемом виде устанавливает разработчик.

Жизненный цикл ЭТД состоит из следующих стадий:

- создание ЭТД (создание реквизитной и содержательной частей ЭТД);
- выпуск ЭТД;
- распространение и использование ЭТД, а также подготовка предложений по внесению изменений;
- внесение изменений в ЭТД по ИИ;
- аннулирование ЭТД;
- уничтожение ЭТД (удаление всех данных реквизитной и содержательной частей ЭТД).

На протяжении всего жизненного цикла ЭТД характеризуется номером версии, который состоит из ревизии (буквы) и итерации (цифры). Версия ЭТД однозначно характеризует документ в системе управления инженерными данными.

Устанавливаются обязательные статусы версии ЭТД:

- «В работе»;
- «На проверке»;
- «Согласовано»;
- «Выпущено».

В системе Windchill для подписания ДЭ применяются два вида ЭП (согласно п.5 положения №0043-13 об использовании электронной подписи в корпоративных информационных системах предприятия): простая ЭП и усиленная неквалифицированная ЭП (в соответствии с требованиями ст. 5 Федерального закона от 06.04.2011 г. №63-ФЗ «Об электронной подписи»).

Простой ЭП является электронная подпись, которая посредством использования ключа подтверждает факт формирования ЭП конкретным пользователем. Ключом простой ЭП является сочетание 2-х элементов – уникального идентификатора пользователя и пароля ключа. Идентификатором является имя пользователя (логин), а паролем ключа – определенная последовательность символов. Подписание ДЭ простой ЭП осуществляется в рамках утвержденных на предприятии бизнес-процессов (согласование КД, изменение КД, ЛЗ, предварительное согласование). При подписании ДЭ простой ЭП в соответствующей



щих атрибутах ДЭ в Windchill сохраняются дополнительные атрибуты пользователя (ФИО, должность, № подразделения).

Усиленной неквалифицированной ЭП является электронная подпись, которая получена в результате криптографического преобразования информации в ДЭ с использованием ключа ЭП. Такая подпись позволяет определить лицо, подписавшее ДЭ и обнаружить факт внесения изменений в ДЭ после момента его подписания.

Для подписания ДЭ усиленной неквалифицированной ЭП необходимо выполнение следующих условий:

- ключ ЭП, предъявленный при подписании, соответствует выбранному сертификату ключа проверки ЭП;
- сертификат ключа проверки ЭП, выбранный при подписании, не утратил своей силы (действует);
- пароль ключа ЭП правильно введенный владельцем.

В отличие от простой подписи, результатом подписания ДЭ усиленной неквалифицированной ЭП является набор данных, который может храниться как в отдельном файле подписи, так и в реквизите (атрибуте) ДЭ.

На сегодняшний день задача реализации инновационных научно-технических задач при создании перспективных разработок привела к пересмотру существующих на предприятии бизнес-процессов. В данный момент используется смешанный документооборот, включающий в себя согласование КД в бумажном и электронном видах. В свою очередь после внедрения ЭП (ФЗ №63 от 06.04.2011) ЭТД приобретает юридическую силу и становится полноправным подлинником. Для реализации электронного документооборота в Windchill были проведены работы по реинжинирингу существующих на предприятии бизнес-процессов согласования и изменения электронных конструкторских документов. Согласно определению М. Хаммера и Д.Чемпи [3] реинжиниринг бизнес-процессов (BPR – Business Process Reengineering) определяется, как « ... переосмысление и перепроектирование бизнес-процессов (БП) для достижения коренных улучшений в основных показателях деятельности предприятия». После существенных изменений система управления рабочими потоками (workflow) позволяет оперативно объединять исполнителей из различных подразделений внутри предприятия в сквозные бизнес-процессы, которые контролируются руководством предприятия как единое целое. В эту систему входят средства электронного обмена сообщениями и маршрутизации, которые позволяют организовать непосредственный обмен результатами работы между участниками процесса, производя при этом мониторинг выполнения работ по проектированию, а так же позволяет обеспечить полное включение в процесс всех задействованных подразделений предприятия.

Описываемые ниже процессы были существенно модернизированы согласно всему вышеперечисленному и в данный момент находятся в состоянии отработки и тестирования на тестовых серверах предприятия:

1. Автоматизированный процесс предварительного согласования ЭТД, который предназначен для предварительного согласования ДЭ в системе



Windchill. Данный процесс рекомендуется проводить перед проведением окончательной процедуры согласования документации в целях минимизации отклонений согласующими лицами.

2. Автоматизированный процесс «Согласование КД» предназначен для проведения в среде Windchill согласования и утверждения ЭТД, в ходе которого объектам согласования присваивается статус «Согласовано».

3. Автоматизированный процесс «Листок запуска» ЭТД предназначен для проведения согласования и утверждения листка запуска и сдаче вновь согласованной запускаемой ЭТД в электронный архив отдела технической документации в среде Windchill. После завершения согласования объектам будет присвоен статус «Выпущено». Процесс запускается после процесса согласования ЭТД, описанного в п.2.

4. Автоматизированный процесс изменения предназначен для проведения согласования и утверждения изменений ЭТД в среде Windchill. Процесс запускается на объекты, находящиеся в состоянии «Выпущено».

Электронный технический документооборот является основополагающей идеей информационных технологий, которые призваны для сокращения сроков разработки и производства, повышения качества и снижения затрат на всех этапах жизненного цикла изделия. При пересмотре и модернизации существующих на предприятии бизнес-процессов были учтены основные требования к разработке и изменению ЭТД. Кастомизация системы управления инженерными данными, развитие и модернизация действующих ГОСТов на конструкторскую документацию позволят преодолеть существенные преграды на пути автоматизации проектирования производства, что в свою очередь, приведет к желаемым результатам снижения сроков изготовления и ввода в эксплуатацию изделия с минимальным количеством извещений.

Литература

1. Суханов А.А., Рязанцев О.Н., Артизов С.А., Бриндиков А.Н., Незаленов Н.И., Карташев А.В., Елизаров П.М., Судов Е.В. Концепция развития ИПИ-технологий для продукции военного назначения, поставляемой на экспорт. – М.: НИЦ CALS «Прикладная логистика», 2013.

2. Кременецкая М.Е. Модели управления единым информационным пространством научно-производственного предприятия // Мат-лы научно-технической конференции «Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении-2012». Самара, СГАУ, 2012. – с.203-207.

3. Бакаев В.В., Судов Е.В., Гомозов В.А. и др. Информационное обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия. Справочно-учебное пособие. – М.: Машиностроение – 1, 2005г, 645с.

4. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжинринг корпорации: Манифест революции в бизнесе. Пер. с англ. – СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 1997. 332с.



Ю.Ю. Палунина, А.А. Волков, Н.Ф.Бахарева

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕКУЩИМ СОСТОЯНИЕМ ЗАЩИЩЕННОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики)

Одной из наиболее актуальных задач в настоящее время является задача обеспечения безопасности функционирования предприятия в плане снижения рисков потери, искажения и разглашения информации, подлежащей защите. Развитие информационной безопасности следует за развитием информационных технологий и является его неотъемлемой составляющей.

Поскольку информационная безопасность не является статической характеристикой, необходимо решать задачу динамического управления безопасностью предприятия. Поддержание в актуальном состоянии данных о существующих информационных активах, поиск и исправление уязвимостей в системе защиты и проверка соответствия требованиям законодательства и международным стандартам в современных информационных системах является нетривиальной задачей. Постоянно изменяющиеся угрозы еще больше усложняют этот процесс.

Каждое предприятие решает проблему самостоятельно, путем принятия соответствующих организационно-технических и правовых мер, подчас требующих привлечения значительных временных и человеческих ресурсов.

Обязательные процедуры безопасности: инвентаризация имеющегося на предприятии аппаратного и программного обеспечения, контроль обновлений используемого программного обеспечения, поиск и устранение неисправностей оборудования, оценка текущего уровня защищенности, управление уязвимостями и контроль соответствия системы защиты требованиям законодательства, могут проводиться нерегулярно и с большими временными промежутками, а на некоторых предприятиях не проводятся вообще. Это приводит к тому, что информация о состоянии информационной системы предприятия теряет актуальность и ситуация выходит из-под контроля, что может значительно упростить задачу по преодолению барьеров систем защиты.

Для решения данной проблемы необходимо применение комплексного подхода и использование интеллектуальных средств автоматизации процесса управления безопасностью, которые позволят добиться следующих результатов:

- уменьшения затрачиваемого времени на проведение технического аудита предприятия;
- уменьшения вовлеченности специалистов по информационной безопасности в процесс технического аудита, что позволит им сосредоточить больше усилий не на сборе, а на анализе полученной информации о системе.

Такие средства автоматизации должны обладать свойством интеллектуальности. Это свойство крайне эффективно при устранении уязвимостей в ин-



формационной системе предприятия. Оно позволяет таким системам не только обнаруживать уязвимости, но и рекомендовать пути их устранения.

Подобные решения стали появляться на рынке информационной безопасности. Примером служит система MaxPatrol – комплексное автоматизированное программное решение, разработанное компанией Positive Technologies, которое позволяет контролировать уровень защищенности информационных ресурсов всего предприятия. Но, как и любое решение подобного масштаба, оно обладает рядом сложностей:

- высокая стоимость решения делает его недоступным для малых и средних предприятий;
- данное решение является программным, что вызывает некоторые психологические трудности у руководства предприятия при необходимости оплачивать столь дорогостоящее программное решение;
- отсутствие возможности самостоятельной установки и настройки данного решения, без привлечения специально обученных специалистов, что увеличивает стоимость реализации данного решения;
- отсутствие на многих предприятиях высококлассных специалистов по информационной безопасности, обладающих таким комплексом знаний по администрированию сетей, работе с базами данных, организационно-правовыми аспектами безопасности, которые требуются для работы с подобными системами.

Существует решение, в котором нет вышеуказанных недостатков, сканер безопасности XSpider, это упрощенный вариант тяжелой и полновесной системы MaxPatrol. XSpider характеризуется разумной ценой и стоимостью владения, но функционал достаточно ограничен и решает значительно меньше требуемых задач. На рынке информационной безопасности складывается ситуация, когда есть решения для крупного сектора заказчиков и решение с явно ограниченным функционалом, но доступное для малого и среднего сектора.

В связи с указанными особенностями имеющихся в настоящее время систем автоматизации процесса управления безопасностью, очевидна потребность в разработке интеллектуальных автоматизированных систем комплексного управления состоянием защищенности предприятия с оптимальным набором функций и доступных по цене, удовлетворяющих потребностям не только крупных, но также средних и малых предприятий.



И.О. Петрухин

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ДИСТАНЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ «3DUCATION»

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Современные технологии изменили наше общество до неузнаваемости за счет использования различных средств автоматизации. Технические и программные средства применяются человеком повсюду, начиная от бытовой техники и сотовых телефонов и заканчивая спутниками и космическими кораблями, они облегчают его жизнь, беря на себя часть функций. Человек перекладывает часть своей работы на автоматизированные системы, зная, что они прекрасно с ней справятся. Возьмем одну из самых важных частей нашей жизни - учебу (в частности при дистанционном электронном обучении). Учитывая тот факт, что, при дистанционном обучении преподаватель не всегда может присутствовать «on-line», важно часть его задач делегировать автоматизированной системе, в частности, внедрив в нее искусственный интеллект.

Учитывая эти факторы, на кафедре программных систем было принято решение о разработке включения в состав дистанционной обучающей системы «3Ducation», построенной на технологии виртуальных миров, подсистемы искусственного интеллекта, в создании которой принял участие автор данной работы.

В виртуальный мир кроме персонажей, управляемых самими пользователями, будут встроены *неигровые персонажи* (NPC - англ. Non-Player Character), т.е. модели, управляемые компьютером. Они будут присутствовать в обучающей системе для создания реалистичной обстановки, создавать видимость присутствия учителей и обслуживающего персонала, без которых не обходится ни одна реальная школа.

Движение таких персонажей в системе будут задаваться с помощью специальных алгоритмов, совмещающих анимацию и перемещение объекта по некоторой траектории, учитывающей структуру виртуального мира: наличие рядом с объектом стен, препятствий и других предметов. Координаты траектории предварительно рассчитываются в системе Unity, на которой построена обучающая система, для каждого NPC разрабатывается отдельный алгоритм, в котором реализованы элементы случайности, благодаря чему модель выглядит естественно. В число неигровых персонажей включены «экскурсоводы» - обучающие персонажи, которые проводят для новичков экскурсии по виртуальному миру: в систему будут включены наборы заранее записанных диалогов, воспроизводимых экскурсоводом при приближении к нему.



В.М. Радомский

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

(Самарский государственный архитектурно-строительный университет)

Интеллектуальная информационная система (ИИС) поддержки изобретательской деятельности разработана на основе созданной в г. Самаре под руководством д.т.н., профессора С.А. Пиявского Компьютерной технологии технического творчества (КТТТ), основанная на теории принятия решений с учетом многокритериальных оценок – на методе ПРИНН, функционально-стоимостном анализе, морфологическом анализе, теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Одна из целей интеллектуальной информационной системы поддержки изобретательской деятельности является повышение конкурентоспособности отечественных товаров, услуг на международном рынке за счет создания блока патентов, нематериальных активов.

Предметной областью ИИС являются объекты интеллектуальной собственности, области науки и техники, (в частности, методология научно-технического творчества, теория решения изобретательских задач), направленные на решение практических задач, возникающих у специалистов, работающих в слабо структурированной и трудно формализуемой предметной области. ИИС позволяет правильно распределить функции между лицом, принимающим решение, и вычислительной машиной, она помогает решать задачи, требующие для своего решения экспертных знаний.

ИИС содержит модули:

1. Консультирующая программа - дает советы по конкретному случаю, используя патентную информацию, статистические данные.

2. Динамическая база данных изобретений – содержит сведения об изобретениях, представленную в разработанной матрице для структурирования патентной информации (матрица содержит информацию: «Номер патента», «Название патента», «Эффект», «Характеристика эффекта», «Свойства эффекта», «Действие», «Характеристика действия», «Приемы, разрешающие противоречия», «Описание патента, графики», «Задачи, ответы, примеры», «Идеи», используемые для поиска новых идей).

3. Объясняющая программа (ОП), – дает разъяснения по функционированию блоков консультирующей программы.

4. Программа Логического Вывода (ЛВ), предназначенная для принятия решений о том, каким правилам удовлетворяют факты или объекты для генерирования новых утверждений. В ИИС используется прямая цепочка рассуждений – циклическая программа просмотра и выбора продукции. Если изобретатель физик, ЛВ предоставляет ему, например, физические эффекты и явления



для поиска новых идей; химику могут быть предоставлены химические эффекты и явления; математику – геометрические эффекты и явления.

ПРИМЕР правила ЛВ:

Имя – Правило № 1.; 2. Сфера – Выбор прототипа; 3. Предусловие – Подобраны аналоги. 4. Вызвана системы поддержки принятия решений СППР; 5. Условие – Сформулированы критерии выбора и стратегия выбора; 6. Ядро – Если один из аналогов имеет самый высокий рейтинг, ТО - это прототип.

5. База знаний - содержит фактические знания, касающиеся предметной области (области техники, приемы, вещественно - энергоинформационные системы, физические и другие эффекты и явления).

6. Программа восприятия знаний - служит для обновления знаний, хранящихся в системе, в процессе ее эксплуатации (Например, после ввода решенной задачи рассчитывается уточненная вероятность приема).

Приобретение знаний - это передача потенциального опыта решения проблем от источника знаний и преобразование его в вид, который позволяет эти знания использовать в программе. Назовем этапы приобретения знаний:

1.Идентификация. Анализируются основные характеристики проблемы. Определяются источники экспертных знаний.

2.Концептуализация. Разрабатывается концепция представления знаний.

3.Формализация. Разрабатывается структура организации знаний.

4.Реализация. Принимаются решения об использованных структурах данных.

5.Тестирование. Производится проверка созданного варианта системы. Производится уточнение разработанных правил.

Представление знаний в ИИС – это описание на машинном уровне знаний эксперта-специалиста в области научно-технического творчества. Необходимо отметить, что представление знаний не сводится к кодированию в смысле, аналогичном шифрованию. Представление знаний делает возможным описание предмета - области техники, приемов, вещественно-энергоинформационных систем и др.

Подсистема, в которую входят модули «База знаний», «Динамическая база данных изобретений», «Консультирующая программа», отвечает за решение проблемы. Эта подсистема формирует рекомендации (альтернативы) по решению проблемы.

В настоящее время существуют и развиваются различные методы представления и описания знаний, например, такие, как: продукционные модели, фреймы и другие. Знания – это хорошо структурированные данные, или данные о данных. Другой широко применяемый способ – основан на идее интенционала. Интенционал формулирует знания об объектах. Экстенционал – определяет данные. В ИИС знания получают следующим образом. Патентную информацию структурируют, используя матрицу содержащую сведения: «Номер патента», «Название патента», «Эффект», «Характеристика эффекта», «Свойства эффекта», «Действие», «Характеристика действия», «Приемы, разрешающие проти-



воречия», «Описание патента, графики, чертежи», «Задачи, ответы, примеры», «Идеи». Новые идеи получают так.

Предположим, пользователь работает в области техники «вагоностроение» - узел верхнего уровня техники. Прием для разрешения технических противоречий «вынесение-внесение», используемый для получения новых идей, соответствует более широким, менее четко очерченным, категориям решений, чем узлы более низких уровней. На низших уровнях иерархии могут быть получены конкретные решения. Так, для лестницы, обеспечивающей подъем пассажира на верхнюю полку вагона, указанный выше прием «подсказывает» выполнить лестницу с шарнирами, складную, выносящуюся (раскладывающуюся). Очевидно, что при такой ориентации пространства решений процесс уточнения гипотез значительно упрощается. Для формирования эвристик управления последовательностью анализа необходимо предварительно производить декомпозицию объекта по уровням иерархии (при этом на самом нижнем уровне должны находиться простейшие объекты), а в базу знаний необходимо заносить идеи, «привязанные» к определенным уровням объекта. Дополнительно новые идеи получают, используя комплексные приемы, закона развития технических систем (делая прогноз развития конкретной системы получают новые идеи), различные эффекты и явления. Для этого вводят полученную информацию, например, в СУБД ACCESS, делают запросы из блока «Генератор творческих идей» в СУБД. Кроме этого, по разработанным и введенным в СУБД «Физическим эффектам-действиям» запрашивает, например, действие «Микроперемещение», получает следующие эффекты: «Обратный пьезоэффект», «Эффект тепловое расширение» и другие. Новые идеи необходимы для создания блока патентов.

Литература

1. Радомский В.М. Подготовка к инновационной деятельности в системе двухуровневого образования технического вуза: Монография / В.М. Радомский, В.Е. Высоцкий - М., Машиностроение, 2012. – 248 с.
2. Радомский В.М. Эвристические приемы развития творческой активности, поиска новых идей. Том 2: Монография; Самарск. гос. арх-строит. ун-т, - Самара, 2011. – 288 с.

Авторы благодарят д.т.н., профессора С.А. Пиявского и к.т.н., доцента В.П. Дерябкина за участие в работе.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

О.В. Абросимова, П.П. Чураков

МАНЖЕТА С АВТОМАТИЧЕСКИМ ЗАПЯСТНЫМ КОНТУРОМ ДЛЯ УСТРОЙСТВА НЕИНВАЗИВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

(Пензенский государственный университет)

Перспективным направлением в усовершенствовании устройств измерения артериального давления является модернизация используемой манжеты, ведь от ее качества напрямую зависят как точность результатов, так и собственно безопасность пациента. Поэтому для определения существующего уровня техники следует провести обзор технических решений (конструкционное строение) запястной манжеты.

Наиболее часто для измерения артериального давления используют манжету с пневматической камерой, обеспечивающей ее более плотное прилегание и фиксацию в месте измерения давления и располагающейся в каком-либо корпусе или ином ограничивающем теле. Посредством нагнетания в пневматическую камеру манжеты текучей среды, например, воздуха, газа, жидкости и т.п., определяют пульсовые акустические колебания давления (тоны Короткова), создаваемые в артерии, и впоследствии проведенного измерения определяют значение артериального давления. При этом конструкция манжеты имеет ленточный вид, позволяющий ее обернуть вокруг места измерения на верхней, нижней конечности и т.д.

Таким образом, основным недостатком такого вида манжеты является невозможность обеспечения плотного герметичного прилегания к руке пациента из-за ленточного вида конструкции, к тому же материал, используемый для наружной поверхности манжеты, достаточно плотный и жесткий, что создает некомфортные условия для пользователя пациента.

Разработка манжеты с автоматическим запястным контуром

С целью исключения указанных недостатков предлагается следующее конструктивное решение манжеты, имеющей ряд принципиальных особенностей:

- наличие дополнительной воздушной камеры, что позволяет быстрое и правильное наложение манжеты на руку;
- обеспечение плотного прилегания к руке сокращает время процесса измерения (с момента нагнетания воздуха в манжету), а также энергозатраты, связанные с работой насоса и аккумуляторов;
- материал манжеты и форма ее воздушных камер обеспечивают целостность самих камер, а также комфортные условия для пациента при проведении измерений.



Это достигается тем, что манжета с автоматическим запястным контуром, содержащая пневматическую камеру (оболочку для текучей среды для сжатия места измерения), механизм накачивания и стравливания текучей среды, корпус кожух кольцевой формы, согласно предлагаемому решению дополнительно встраивается «воздушный сердечник» конусообразной формы для текучей среды. При этом целостность «воздушного сердечника» обеспечивается за счет применяемого материала и дополнительно контролируется датчиком давления. Вместе с тем форма пневматической камеры для текучей среды повторяет форму «воздушного сердечника», расположенного в ее внутренней области.

На основе представленного описания собран макет.



Рис. 1. Внутреннее представление «воздушных сердечников»



Рис. 2. Внешний вид

Описание устройства измерения артериального давления

Главным достоинством устройства измерения артериального давления (УИАД) является его многофункциональная оперативная система, позволяющая обслуживать и контролировать работу устройства и состояния пациента. В связи с этим предлагается разработать новую структурную схему УИАД с применением манжеты с автоматическим запястным контуром (рисунок 3).

Устройство измерения АД включает в себя манжету с автоматическим запястным контуром, датчик давления, миниатюрный электронасос с клапаном, микроконтроллер, а также встроенный звуковой сигнализатор. Вход манжеты



связан с миниатюрным электронасосом и клапаном, входы которых подключены к одному из выводов микроконтроллера, а выход - с датчиком давления, выход которого соединен с выводом микроконтроллера. К микроконтроллеру также подключен встроенный звуковой сигнализатор, дисплей и клавиатура.



Рис. 3. Структурная схема УИАД

Работа устройства осуществляется следующим образом. С помощью клавиатуры встроенной или подключенной непосредственно к устройству вносят во внутреннюю память всю требующуюся информацию о пациенте (например, ФИО, пол, возраст, заболевание и т.п.), которая одновременно будет отображаться на цифровом дисплее прибора.

Далее проводят процесс измерения АД с нажатия кнопки на блоке управления, отвечающей за начало измерения артериального давления («Измерение») и осуществляется накачку воздуха в манжету с помощью электронасоса, до достижения в ней давления, выше измеряемого систолического давления (согласно методу Короткова). Затем с помощью клапана оно автоматически регулируется таким образом, чтобы максимально точно определить систолическое (с момента появления первых акустических колебаний после постепенного стравливания воздуха в манжете) и диастолическое артериальное давление (после исчезновения колебаний и пульсаций) (3 и 4 фаза по Короткову). Процесс измерения заканчивают, как только манжета снова станет пустой и сработает звуковой сигнализатор.

Манжета с автоматическим запястным контуром, используемая в устройстве, «адаптируется» под руку пациента, что позволяет осуществлять равномерное накачивание и стравливание воздуха в ней, тем самым обеспечивая высокую точность и надежность проводимых измерений артериального давления, а также обеспечить комфортное и безопасное использование ее пациентами при эксплуатации.

Накачка и откачка воздуха в манжету производится через резиновые соединительные трубки или другие специальные встроенные в прибор средства.



Все пульсации и изменения давления фиксирует датчик давления, являющийся первичным преобразователем, информация с которого уже непосредственно поступает на микроконтроллер и затем отображается на цифровом дисплее. Полученную информацию можно также записать на Flash-память, передать на ПК посредством USB-порта и сделать распечатку результата на печатающее устройство Принтер.

Устройство оснащено звуковым сигнализатором, который позволяет контролировать критические (аварийные) состояния работы устройства, сигнализирует о начале и конце процесса измерения.

За счет встроенного звукового гида (речевой «навигатор») устройство позволяет упростить работу с ним при самостоятельной эксплуатации и делает его доступным для пациентов с ограниченными возможностями (слабовидящих). Также звуковая сигнализация дает дополнительную возможность контроля и диагностики за критическими состояниями здоровья пациентов, что позволяет обезопасить их от различных несчастных случаев и вовремя проинформировать о возникающей опасности окружающих людей или специалиста (врача).

Встроенная память устройства позволяет запоминать и хранить данные о нескольких последовательно проведенных измерениях и высчитанном среднем нормальном давлении пациента, причем при последующих измерениях давления и изменении его значений в худшую сторону устройство посредством звукового сигнализатора оповещает об опасности, угрожающей состоянию здоровья пациента.

Резюме

Таким образом, разрабатываемая манжета с автоматическим запястным контуром обладает рядом преимуществ, что позволяет обеспечивать:

- высокую точность подбора и определение диаметра манжеты по индивидуальным особенностям строения и размера руки для каждого пользователя;
- высокую точностью быстрого и правильного наложение манжеты на руку пациента (поверхностный материала и/или конусообразная форма воздушных мешков);
- плотное прилегание манжеты к руке пациента (преимущественно конусообразная форма воздушных мешков).
- повышенную скорость и высокую точность измерения с более комфортными условиями измерения АД пациентам.

Использование манжеты с автоматическим запястным контуром в устройстве со встроенным звуковым сигнализатором обеспечивает высокую точность, надежность и стабильность воспроизводимых результатов измерения артериального давления.



А.К. Алимуратов, А. Ю. Тычков, П.П. Чураков,
Ю. С. Квитка, Д. А. Ярославцева

РАЗРАБОТКА ВЕРИФИЦИРОВАННОЙ БАЗЫ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

(Пензенский государственный университет)

Для разработки верифицированной базы звуков речи, необходимо провести предварительные исследования.

Анатомо-физиологическое исследование (строение органов речевого аппарата). Речевой аппарат – это совокупность исполнительных органов, необходимых для формирования речи, включающий в себя кости, хрящи, мышцы и связки, а также периферические чувственные и двигательные нервы, при помощи которых осуществляется управление работой указанных органов (см. рис. 1). Речевой аппарат условно делится на три основных отдела, которые действуют совокупно [1].

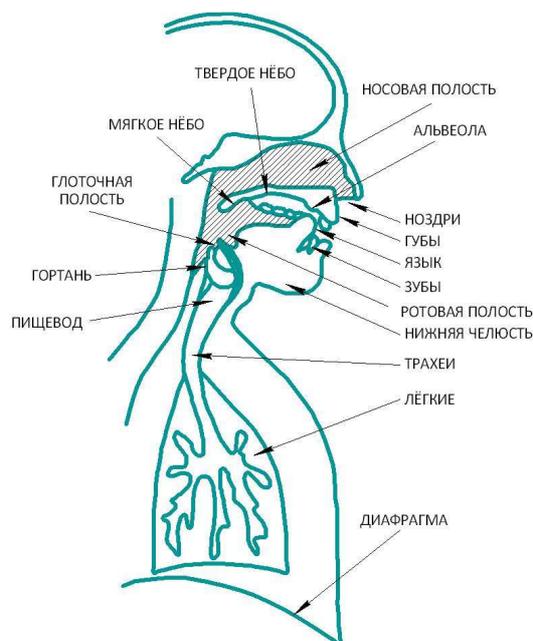


Рис. 1. Речевого аппарата

Первый отдел речевого аппарата служит для подачи струи воздуха, второй – для образования голоса, третий является резонатором, дающим звуку силу и окраску и таким образом образующим характерные звуки нашей речи. Первый отдел также называют дыхательным, включающий в себя легкие, бронхи, трахея, диафрагма. Второй отдел – голосовой. В результате колебаний голосовых складок движение потока выдыхаемого воздуха превращается над голосовыми складками в колебание частиц воздуха. Эти колебания передаются в окружающую среду и воспринимаются нами как звуки голоса. Органы речи голосового отдела являются пассивными – неподвижными органами, служащие точкой опоры для активных органов: зубы, альвеолы, твердое небо, глотка, полость носа, гортань. Третий отдел – артикуляционный. Артикуляционный отдел



– это активные органы речи, подвижные органы, производящие основную работу для образования звука. К основным органам артикуляции относятся: язык, губы, челюсти (верхняя и нижняя), мягкое нёбо, маленький язычок, надгортаник и голосовые связки. Из них язык, губы, мягкое нёбо и нижняя челюсть являются подвижными, остальные – неподвижными.

Анатомо-артикуляционное исследование (исследование звуков речи)

Все звуки речи делятся на две большие группы: гласные и согласные [2].

Гласные звуки различают: по степени подъема языка, по месту подъема языка и по наличию или отсутствию лабиализации. По степени подъема языка (движение спинки языка в вертикальной плоскости по отношению к небу) гласные делятся на звуки верхнего, среднего и нижнего подъемов. К гласным верхнего, среднего и нижнего подъемов соответственно относятся звуки: *и, ы, у; е, о; а*. По месту подъема языка (движение языка в горизонтальной плоскости) различают гласные переднего, среднего и заднего ряда. К гласным переднего, среднего и заднего подъема рядов соответственно относятся звуки: *и, е; о, у; ы*. По наличию или отсутствию лабиализации (участие или неучастие губ в образовании звука) гласные делятся на лабиализованные и нелабиализованные звуки. К ним соответственно относятся: *о, у; и, ы, е, а*.

Согласные звуки делятся на твердые и мягкие, губные и язычные, шумные и сонорные [2]. К мягким звукам относятся: *п', б', т', д', ф', в', с', з', ч, к', г', х', м', н', р', л'* (мягкость соответствующего звука обозначается штрихом). К твердым согласным звукам относятся: *п, б, т, д, ф, в, с, з, к, г, х, м, н, р, л*. По соответствующему активному органу все согласные делятся на губные и язычные. К первым согласным относятся звуки: *п, п', б, б', ф, ф', в, в', м, м'*, а ко вторым: *т, т', д, д', с, с', з, з', ц, ч, ш, ж, к, к', г, г', х, х', н, н', л, л', р, р'*. В зависимости от степени участия в образовании звуков тона и шума все согласные делятся на шумные и сонорные. К шумным согласным относятся: *п, п', б, б', ф, ф', в, в', т, т', д, д', с, с', з, з', ц, ч, ш, ж, к, к', г, г', х, х'*. Сонорные согласные представляют собой совокупность тона и шума. К ним относятся: *м, м', н, н', л, л', р, р'*. Шумные согласные по степени участия голосовых связок в образовании звука делятся на глухие и звонкие. К глухим шумным согласным относятся: *п, п', ф, ф', т, т', с, с', ц, ч, ш, к, к', х, х'*. К шумным звонким согласным относятся: *б, б', в, в', д, д', з, з', ж, г, г'*. По способу формирования шума шумные согласные делятся на смычные, аффрикаты и щелевые [2]. К смычным согласным относятся: *п, п', б, б', т, т', д, д', к, к', г, г'*. К щелевым звукам относятся: *ф, ф', в, в', с, с', з, з', ш, ж, х, х'*. К аффрикатным звукам относятся: *ц, ч*. Щелевые шумные согласные делятся на однофокусные и двухфокусные звуки. К первым относятся: *с, с', з, з', ф, ф', в, в', х, х'*, а ко вторым: *ш, ж*. Аффрикаты также делятся на однофокусные согласные звуки и двухфокусные согласные звуки. К однофокусным аффрикатам относится звук *щ* а к двухфокусным звук *ч*. Сонорные согласные делятся на щелевые, смычнопроходные и дрожащие. К щелевым относится звук *й* (йот), к смычнопроходным сонорным согласным относятся: *л, л', м, м', н, н'*, и к дрожащим сонорным согласным относятся: *р, р'*. Смычнопроходные сонорные



согласные делятся на боковые и носовые. К первым относятся звуки: *л, л'*. К носовым звукам относятся: *м, м', н, н'*.

Разработка верифицированной базы данных звуков речи

Верифицированная база звуков речи (см. табл. №1) основана на материале исследований и содержит связь между всеми звуками и органами речеобразования. Первый столбец содержит все 43 звука речи русского языка. Все органы были разделены на органы, активно участвующие в образовании данного звука, и органы, участвующие в образовании данного звука пассивно, и записаны во второй и третий столбцы соответственно.

Таблица 1 – Верифицированная база звуков речи

Звуки	Органы, активно участвующие в образовании данного звука	Органы, пассивно участвующие в образовании данного звука
а	гортань	лёгкие, грудная клетка, диафрагма
б	губы, голосовые связки	лёгкие
б'	средняя часть языка, губы, голосовые связки	лёгкие
в	губы, голосовые связки	лёгкие
в'	средняя часть языка, губы, голосовые связки	лёгкие
г	язык, голосовые связки	лёгкие
г'	средняя часть языка, голосовые связки	лёгкие
д	язык, голосовые связки	лёгкие
д'	средняя часть языка, голосовые связки	лёгкие
ж	язык, голосовые связки	лёгкие
з	язык, голосовые связки	лёгкие
з'	средняя часть языка, голосовые связки	лёгкие
и	средняя и задняя части и кончик языка, гортань	лёгкие, нижние зубы
й'	средняя часть спинки языка, голосовые связки, твёрдое нёбо	лёгкие
к	язык	лёгкие
к'	средняя часть языка	лёгкие
л	язык, голосовые связки, подъязычная связка	лёгкие, верхние зубы
л'	средняя часть языка, голосовые связки, подъязычная связка	лёгкие, верхние зубы
м	губы, голосовые связки, полость носа	лёгкие
м'	средняя часть языка, губы, голосовые связки, полость носа	лёгкие
н	язык, голосовые связки, полость носа	лёгкие
н'	средняя часть языка, голосовые связки, полость носа	лёгкие
о	губы, кончик языка, гортань	лёгкие, нижние зубы, грудная клетка, диафрагма
п	губы	лёгкие
п'	средняя часть языка, губы	лёгкие
р	кончик языка, альвеолы, голосовые связки, подъязычная связка, нёбо	лёгкие



Звуки	Органы, активно участвующие в образовании данного звука	Органы, пассивно участвующие в образовании данного звука
р'	средняя часть и кончик языка, альвеолы, голосовые связки, подъязычная связка, нёбо	лёгкие
с	язык	лёгкие
с'	средняя часть языка	лёгкие
т	язык	лёгкие
т'	средняя часть языка	лёгкие
у	губы, средняя и задняя части и кончик языка, гортань	лёгкие, нижние зубы, грудная клетка, диафрагма
ф	губы	лёгкие
ф'	средняя часть языка, губы	лёгкие
х	язык	лёгкие
х'	средняя часть языка	лёгкие
ц	язык, губы (нижняя значительней)	лёгкие, зубы
ч	губы, кончик языка, твёрдое нёбо	лёгкие, зубы
ш	язык, нёбо	лёгкие
щ	средняя часть языка, нёбо	лёгкие
ы	средняя и задняя части спинки языка, гортань	лёгкие, грудная клетка, диафрагма
э	кончик языка, гортань	лёгкие, грудная клетка, диафрагма, нижние зубы,

Вывод

В результате выполненной работы были проведены исследования структуры речевого аппарата и особенности образования звуков речи. По результатам исследований разработана верифицированная база звуков речи, предназначенная для анализа речевых сигналов [3, 4]. Разработанная база данных является промежуточным результатом и в будущем авторами планируется дополнить базу ключевыми словами, фразами и предложениями, что позволит расширить спектр задач, решаемых с использованием данной базы.

Литература

1. Фролов А.В. Синтез и распознавание речи. Современные решения. / Г.В. Фролов. – М.: Связь, 2003. – 216 с.
2. Фант Г. Акустическая теория речеобразования / Г. Фант; пер. с англ. Л.А. Варшавского и В. И. Медведева, науч. ред. В.С. Григорьева. – М.: Наука. 1964. – 284 с.
3. Алимуратов А.К. Выбор оптимального набора информативных параметров речевых сигналов для систем голосового управления / А.К. Алимуратов, П.П. Чураков, А.Ю. Тычков // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2013. – № 1 (3). – С. 16 – 20.
4. Алимуратов А.К. Фильтрация речевых сигналов с использованием метода множественной декомпозиции и оценки энергии эмпирических мод / А.К. Алимуратов, П.П. Чураков, А.Ю. Тычков // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2012. – № 4. – С. 50 – 61.



Б.А.Есипов, Е.С.Губанов, Е.А.Боряев

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УСПЕШНОСТИ HIFU-ТЕРАПИИ НА ОСНОВЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет), Самарский государственный медицинский университет)

На современном этапе развития медицины информационные нагрузки достигают пределов человеческих возможностей. Возникает дилемма: либо приходится жертвовать полнотой анализа информации, либо необходимо шире использовать различные методы компьютерной поддержки принятия решений. Медицинские экспертные системы позволяют врачу не только проверить собственные диагностические предположения, но и обратиться к компьютеру за консультацией в трудных диагностических случаях [2].

Рак предстательной железы является одной из актуальных проблем современной онкоурологии. Существуют множество методов лечения данной патологии. Высокоинтенсивный фокусированный ультразвук (HIFU) является новым методом лечения локализованного рака предстательной железы [3]. Эффективность, а также последствия его использования, малоизучены в России. Этот современный метод имеет как положительные моменты в лечении рака предстательной железы, так и отрицательные. Целью настоящей работы является разработка математической модели и применение математических методов анализа результатов хирургических вмешательств на основе статистических данных о пролеченных пациентах и прогнозирования успешности будущих операций.

Прогнозирование успешности операций и возможных послеоперационных осложнений является основной функцией врача-хирурга. Так или иначе, при принятии решения о проведении хирургической операции он руководствуется большим числом индивидуальных факторов, присущих пациенту, а так же предшествующим опытом лечения большого числа больных. В этом смысле интуиция врача – это *знание*, базирующееся на опыте, т.е. статистическом материале. Поэтому естественно развивать индустрию получения медицинских знаний в том числе и на глубокой обработке статистического материала.

Математический аппарат многофакторного регрессионного анализа является эффективным приемом для решения разнообразных медицинских задач.

Будем определять успешность медицинской операции некоторыми количественными критериями y_j , j – номер критерия. В нашей работе мы применяли четыре критерия, измеряющих тяжесть послеоперационных осложнений: y_1 – недержание мочи, y_2 – острая задержка мочи, y_3 – прогрессия заболевания, y_4 – стриктура. Идеальное значение всех критериев $y=0$.

С каждым пациентом связано большое количество индивидуальных факторов, которые по вероятности влияют на успешность операции A , обозначим их x_i , где i – номер фактора. Факторы могут быть как количественными, так и



качественными. Дооперационные данные: возраст, стадия, предшествующие операции на предстательной железе, объем железы, наличие инфравезикальной обструкции (данные урофлоуметрии, объем остаточной мочи) и фактор, относящийся к техническим особенностям выполнения операции: объем предстательной железы подвергшейся воздействию высокоинтенсивного ультразвука - являются входными параметрами, влияющими на исход лечения. Первоначальные исследования использовали имеющиеся данные о 12 факторах: 1- возраст, 2-стадия заболевания по TNM, 3- ПСА, 4- сумма Глисона, 5- объем простаты, 6- объем простаты перед HIFU, 7- длина простаты перед HIFU, 8 - ширина простаты перед HIFU, 9 - высота простаты перед HIFU, 10 - максимальная скорость потока мочи, 11- средняя скорость потока мочи, 12- остаточная моча.

В настоящее время имеется достаточно большой статистический материал, содержащий однородные по видам терапий (HIFU, HIFU+ТУР) группы данных для большой выборки больных: (y_j, x_i) , что дает возможность применить методику статистического многофакторного регрессионного анализа. Она заключается в получении уравнений регрессии $\hat{y}_j = f_A(x_1, x_2, \dots, x_m)$ - где \hat{y}_j - среднее ожидаемое значение критерия j . Технически задача получения такой зависимости не представляет трудности при применении стандартных компьютерных программ. Другое дело определение *значимости* полученной зависимости и сопоставление выводов статистических методов с медицинскими рекомендациями. С точки зрения создания экспертной системы такая зависимость представляет собой *знание*, на основе которого можно построить многие интеллектуальные процедуры вывода. Действительно, если на обучающей выборке получено уравнение регрессии, то можно рассмотреть задачу классификации пациентов по критериям успешности операции A .

Предварительно разбиваем пространство критериев на две части – допустимую и недопустимую. Для этого медики - эксперты указывают границы допустимых значений критериев y_j^0 . Тогда допустимым множеством критериев будет такое Y^0 , где по всем критериям выполняется неравенство $y_j < y_j^0$, для всех j . Все другие сочетания значений критериев образуют недопустимое множество Y^R (зона риска). Тогда можно классифицировать нового пациента с точки зрения успешности операции A . Для этого необходимо получить результаты анализов этого пациента по стандартизованной схеме (x_1, x_2, \dots, x_m) , подставить эти значения в уравнение регрессии для предполагаемого вида терапии A и проверить полученные значения критериев на принадлежность к множеству Y^0 . Такой подход очевидно может быть применен для прогнозирования успешности любых видов лечения. В работе рассмотрен пример применения такого подхода для прогнозирования HIFU-терапии.

В исследование вошли 40 больных раком предстательной железы, пролеченных методом HIFU-терапии. Все пациенты перед лечением прошли комплексное обследование для определения стадии заболевания и состояния мочевыделительной системы. Прогнозирование исхода лечения проведено с помо-



щью программных средств на основе многофакторного регрессионного анализа. В основу была положена модель линейной множественной регрессии

$$y^k = \beta_0 + \beta_1 x^k_1 + \beta_2 x^k_2 + \dots + \beta_m x^k_m + \varepsilon^k,$$

где k - номер наблюдения ($k=1, n$) или в матричном виде

$$y = \beta X + \varepsilon,$$

Здесь y – вектор объясняемых переменных; ε – вектор значений ошибки; β – вектор коэффициентов; X – матрица объясняющих переменных размером $n \cdot (m+1)$, в которой первый столбец содержит единичные элементы. Известно [1], что тогда оценки коэффициентов β , полученные по методу наименьших квадратов, определяются выражением

$$\beta = (X'X)^{-1}X'Y.$$

Это выражение справедливо и для других моделей регрессии, у которых неизвестными являются коэффициенты при любых степенях x .

Первые результаты показали работоспособность методики, хотя пока рано говорить о законченности системы прогнозирования и широком ее использовании. Выбранные 12 факторов для анализа показали хотя и заметную, но все-таки слабую корреляцию с критериями y_j . Коэффициент детерминации 35% - это значит, что только на одну треть критерии определяются выбранными показателями, а 65% этих величин зависят от чего-то другого (см. рис 2). К счастью, разработанные программы дают возможность проэкспериментировать с другими факторами и найти то множество факторов, которое дает наибольшую корреляцию с критериями успешности. Это может привести к более широким предоперационным анализам больных.

Проведен эксперимент с классификацией нового пациента. Получены значения критериев: $y_1=1,37$; $y_2 =1,43$; $y_3 = 1,12$; $y_4 = 0,98$. Оказалось, что этому пациенту показана HIFU+ТУР-терапия, что совпало с рекомендацией врачей. На рис.1 и 2 показаны некоторые фрагменты выходных форм документов, реализованных в компьютерной программе.

Ф.И.О.	Возраст	стадия заболев...	ПСА	Глиссон(степен...
Васенков Нико...	69	2	21,2	7
Лисицин Васил...	82	3	29,8	6
Романов Влади...	78	2	15,2	7
Санников Рост...	71	2	13,9	5
Андреев Алекса...	76	2	28	6
Бочкарев Генна...	72	2	2,76	7
Колотилин Илья...	74	3	51,2	6
Лампеев Евге...	68	3	31	8
Ларионов Миха...	71	3	55	4
Помака Витали...	70	2	1,47	5
Трунов Владим...	71	2	0,07	4

Рис 10. Таблица пролеченных больных (обучающая выборка)

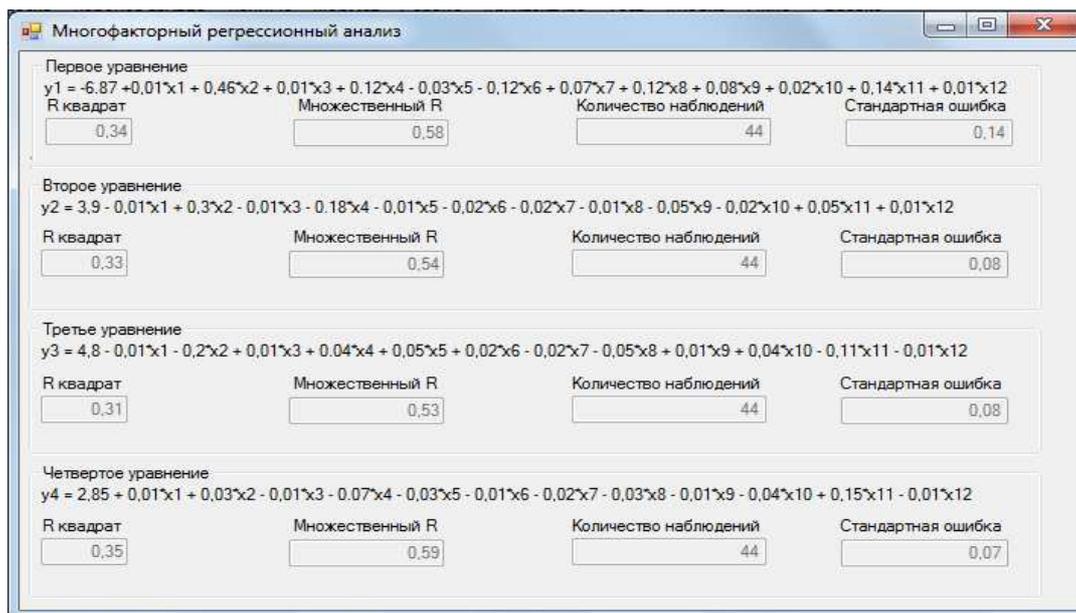


Рис 2. Результаты регрессионного анализа

Литература

1. Приходько, А.И. Практикум по эконометрике: регрессионный анализ средствами Excel [Текст]/А.И. Приходько.– Ростов н/Д.: Феникс, 2007.-266 с.
2. Андрейчиков, А.В. Интеллектуальные информационные системы [Текст]/ А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова – М.: Финансы и статистика, 2006. – 424 с.
3. NIFU — новый метод лечения рака простаты [Электронный ресурс] – <http://www.consmed.ru/news/view/526/>.

М.М. Запольская

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ «АРМ ВРАЧА-ФЛЕБОЛОГА» ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ВЕНОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В настоящее время информационные технологии всё активнее внедряются во все сферы жизни, преимущества их использования в медицине очевидно: врач может проводить точную диагностику заболеваний, накапливать и эффективно использовать объективную информацию в процессе лечения и научно-исследовательской работы, а также вести весь документооборот. Благодаря доступу к ресурсам сети Интернет появилась возможность связать в единую сеть отдалённые сельские пункты амбулаторной помощи и крупнейшие научные центры, столичные и районные больницы, научные центры разных стран. Это позволяет сделать медицинские услуги доступными для населения, что является основой качественного здравоохранения.



По заказу врачей сосудистого отделения клиники госпитальной хирургии СамГМУ автором разрабатывается web-приложение «Автоматизированное рабочее место врача-флеболога» для обследования пациентов, страдающих заболеваниями венозной системы человека. Данная система позволит автоматизировать весь лечебно-диагностический процесс: от сбора начальных сведений о характере заболеваний, ведения электронной карты пациента до сохранения результатов обследований в базе данных и выдаче рекомендаций по дальнейшему ходу лечения. Кроме того, она обеспечит быстрый доступ к текущей, наиболее полной и достоверной информации (данные о пациенте, его амбулаторная карта, результаты обследований).

Обследование венозной системы пациента – процесс долгий и дорогостоящий, правильная постановка диагноза предполагает проведение исследований по нескольким десяткам различных параметров. Их группируют по трем уровням:

- 1) данные макрогемодинамических показателей (ультразвуковое исследование показателей венозного оттока и артериального притока);
- 2) данные о работе мышечно-венозной помпы (параметры цикла шага, миография мышц, формирующих мышечно-венозную помпу);
- 3) показатели функционального состояния глубоких вен (данные функциональной флеботонодебитометрии).

Каждый параметр характеризуется набором числовых показателей (среднее значение или норма, допустимое отклонение от нормы), по которым можно сделать вывод о стадиях заболевания.

Показатели параметров, по которым проходит обследование, заносятся в систему, и в зависимости от значений нормы и допустимых отклонений система определяет, к какой стадии заболевания относится каждый параметр. Для всех стадий заболевания и для всех уровней проводятся общие расчеты, которые представляются в процентном отношении, а также в графическом формате в виде круговой диаграммы. Система выдает текстовые рекомендации по лечению, которые при необходимости можно экспортировать в файл формата pdf.

Система обладает широкими возможностями по настройке. Она позволяет добавлять, изменять и удалять параметры в любом из трех уровней, редактировать именованные уровни, хотя их число фиксировано, редактировать текст рекомендаций.

Кроме обработки объективных данных, в системе предусмотрена возможность работы с субъективными данными, которые формируются на основе анализа опросных листов по оценке качества жизни пациента. Формат опросных листов фиксирован – в качестве него используется международный стандарт CIVIQ, содержащий 20 вопросов. Вопросы разбиты на четыре группы: психологические, болевые, физические и социальные проявления. Ответ на каждый из вопросов выражается в виде числа от 1 до 5. Результат каждого опроса вычисляется системой, он включает общую сумму баллов, количество учтенных вопросов, а также промежуточные суммы по группам. Любой опросный лист можно выгрузить в формате pdf.



Web-приложение должно предоставлять пользователю следующие функции:

- авторизация пользователя в системе и разграничение прав в соответствии с ролью (в системе предусмотрено три роли пользователей: администратор, врач и лаборант);
- ввод и хранение данных о пациентах;
- экспорт данных о пациентах и результатов обследования в формате pdf;
- расчет рекомендаций по лечению пациентов.

На рис. 1 представлена главная экранная форма Web-приложения.

Список пациентов					
Фамилия	Дата рождения	Адрес	Основной диагноз	Операции	Лечение

Поиск пациентов

Возраст: Любой
Тип лечения: Оперативный, Консервативный, Совместный, Любой
Пол: Мужской, Женский, Любой
Адрес: Самара, Россия, Иногородные, Зарубежные, Любой

Поиск, Найти по ФИО

Рис. 1. Главная экранная форма системы

Приложение реализуется на языке программирования C# с использованием технологий ASP.NET и MVC Framework, в качестве СУБД выбрана Microsoft SQL Server 2008. Концепция MVC (model-view-controller) наилучшим образом подходит для трехзвенной архитектуры системы.

А.В. Колсанов, А.В. Иващенко, С.С. Чаплыгин, Б.И. Яремин
А.К. Назарян, М.Ю. Мурушиди, В.О. Буканов

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИЦИНСКОМ ОБРАЗОВАНИИ НА ПРИМЕРЕ АПК «ВИРТУАЛЬНЫЙ ХИРУРГ»

(Самарский государственный медицинский университет,
Научно-производственная компания «Маджента Девелопмент», г. Самара)

Современные требования к подготовке хирургов в части владения основными видами хирургических вмешательств делают необходимым внедрение передовых методик организации учебного процесса. В связи с этим, востребованным становится подход на основе дополненной виртуальной реальности, который аккумулирует в себе результаты развития информационных техноло-



гий и робототехники. В частности, высока актуальность разработки и внедрения в учебный процесс симуляционных технологий обучения, например, основанных на использовании хирургических тренажеров [1, 2]. В данной статье описывается одна из разработок в этой области, основанная на реализации современных технологий трехмерного моделирования и физической симуляции и предназначенная для обучения врачей-хирургов методикам открытой хирургии с небольшим размером операционного поля, методикам эндоваскулярной хирургии и эндоскопической хирургии на этапах додипломного и последипломного образования.

Симуляционное обучение в медицине [2] – это современный вид учебной деятельности, направленный на освоение обучающимися всех категорий практических навыков, комплексных умений и отработки командных действий в процессе оказания медицинской помощи на основе применения симуляционных моделей: роботов-симуляторов пациента, виртуальных тренажеров, муляжей, фантомов и манекенов. Симуляционные технологии в медицине являются новым для российского здравоохранения форматом обучения с выраженным практическим акцентом, эффективно формирующим в участниках прикладные навыки через погружение в реальность.

Одной из наиболее перспективных областей применения симуляционных технологий в учебном процессе является отработка навыков эндоскопической и открытой хирургии. Эндоскопические операции достаточно широко распространены вследствие их малой травматичности и быстрому восстановлению после операции. Необходимость разработки новых средств для обучения эндоскопическим операциям определяется тем, что существующие тренажеры [3 – 5] такого назначения, обладающие достаточной реалистичностью, достаточно дороги, и не включают в полной моделирование обратной связи, что существенно снижает эффективность обучения.

Кроме того, в последнее время наблюдается интерес к применению тренажеров для обучения навыкам открытой хирургии. Значимость применения таких тренажеров обусловлена тем, что, во-первых, открытые операции широко применяются на практике, и, во-вторых, они связаны с достаточно высоким уровнем травматичности и повреждения тканей и органов. От точных выверенных действий хирурга во многом зависят последствия операции с возможными осложнениями и процесс послеоперационного восстановления.

Программное обеспечение АПК «Виртуальный хирург» построено с использованием современных технологий разработки и моделирования трехмерных объектов, сред и физических свойств материалов: USB HID, DirectInput, SDL, OpenGL, Direct3D, OpenCL, DirectCompute, CUDA, PhysX, Havok.

Моделирование проводится по специально разработанным сценариям различной сложности, учитывающие включающие особенности анатомического строения органов и варианты развития осложнений до операции и в ходе ее выполнения. Алгоритмы оценки качества в составе данных учебно-методических модулей позволяют объективно оценить результаты выполнения



тестовых заданий. Для обучения студентов навыкам хирургии был разработан комплекс трехмерных сцен и специализированных методик (см. рис. 1).

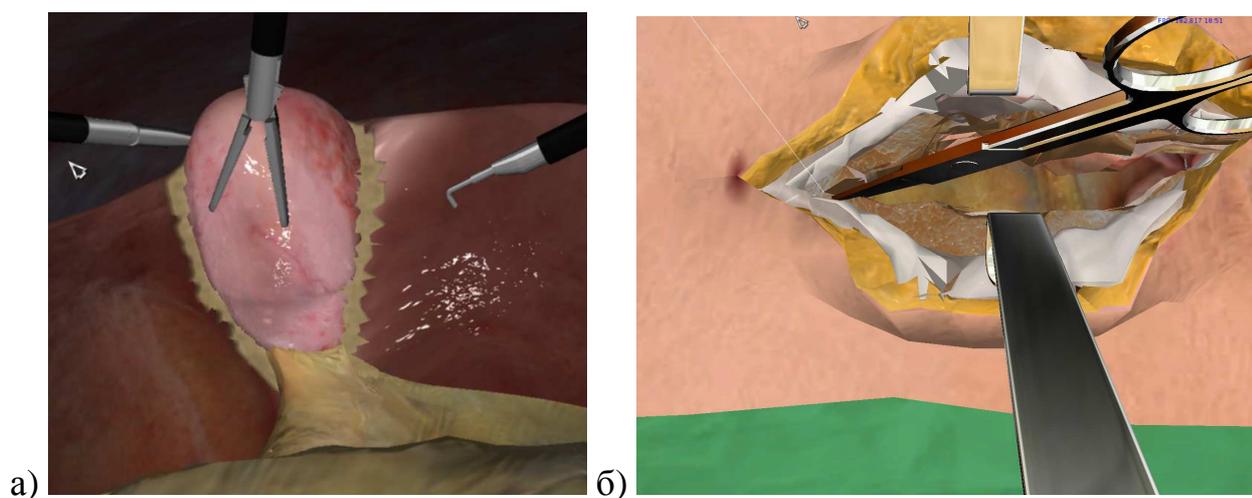


Рис. 1. Моделирование лапароскопической холецистэктомии (а)
и лапаротомического разреза по белой линии (б)

Для моделирования хирургического вмешательства в составе АПК «Виртуальный хирург» предусмотрен комплект манипуляторов, позволяющих симулировать движения инструментов с обратной связью (см. рис. 2, 3). Конструкция манипуляторов основана на использовании универсального узла вращения и позволяет реализовать свободное перемещение инструмента в пространстве. В ходе разработки было создано несколько вариантов универсального манипулятора различной конструкции.

Первый вариант предполагает использование сервомашин НІТЕС NS 7955 с шагово-импульсным управлением, второй предполагает использование сервомашин Dynamixel MX28 с цифровым управлением, возможностью регулировки усилия и получения данных о текущем состоянии. После проведения испытаний была выявлена необходимость изменения конструкции с целью расширения диапазона обратной связи.

Разработанное программное обеспечение АПК «Виртуальный хирург», предназначенное для моделирования лапароскопической, эндоваскулярной и открытой хирургии построено на основе модульной архитектуры, позволяет моделировать проведение данных видов операций в рамках соответствующих учебно-методических модулей, обеспечивает контроль процесса симуляции и оценку по результатам выполнения соответствующего задания. Таким образом, обеспечивается необходимый инструментарий для обучения врачей-хирургов практическим навыкам хирургического вмешательства.

Данная работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках проекта «Создание аппаратно-программного комплекса «Виртуальный хирург» для 3D моделирования операционного процесса и учебно-методических модулей для системного обучения врача-хирурга методикам открытой хирургии с небольшим размером операционного поля, методикам эндоваскулярной хирургии и эндоскопической хирургии на этапах додипломного



и последипломного образования» ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 – 2013 годы» (шифр 2011-2.7-527-062).

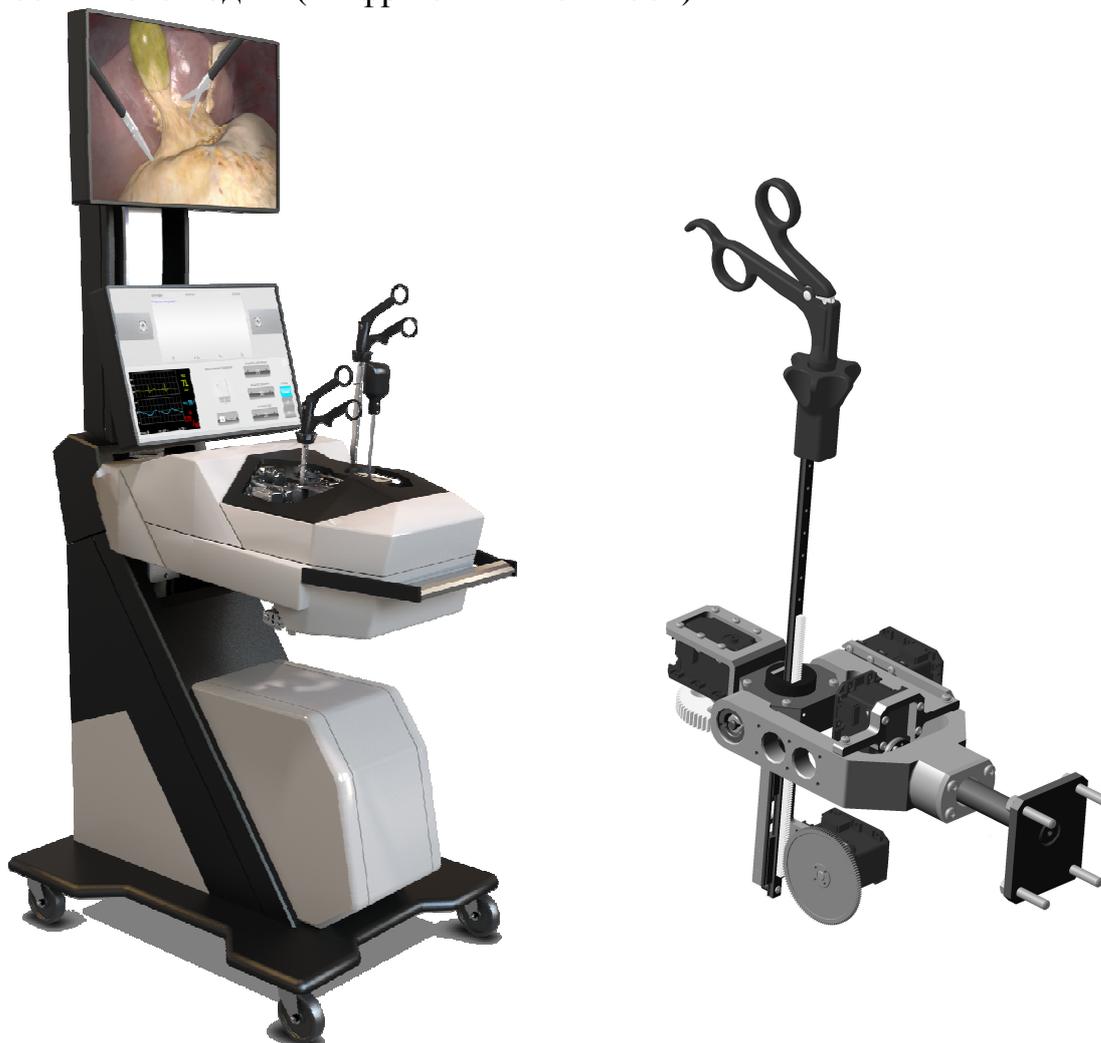


Рис. 2. Тренажер лапароскопии (в составе АПК «Виртуальный хирург»)

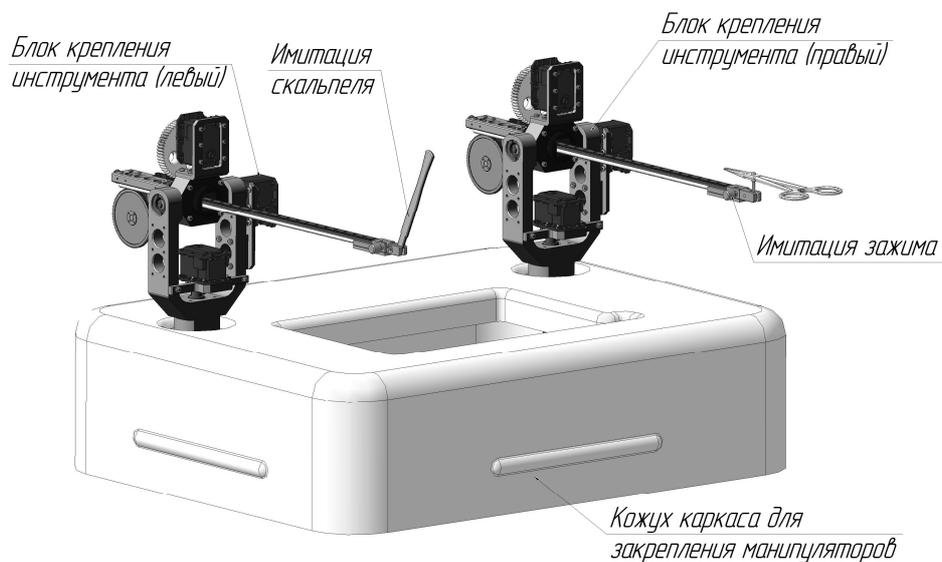


Рис. 3. Тренажер открытой хирургии (в составе АПК «Виртуальный хирург»)



Литература

1. Колсанов А.В., Юнусов Р.Р., Яремин Б.И., Чаплыгин С.С., Воронин А.С., Грачев Б.Д., Дубинин А.А., Назарян А.К. Разработка и внедрение современных медицинских технологий в систему медицинского образования // Врач-аспирант, 2012. – № 2.4 (51). – с. 584 – 588
2. Филимонов В.С., Талибов О.Б., Вёрткин А.Л. Эффективность симуляционной технологии обучения врачей по ведению пациентов в критических ситуациях // Врач скорой помощи, 2010. – № 6. – с. 9 – 19
3. Yiasemidou M., Glassman D., Vasas P., Badiani S., Patel V. Faster simulated laparoscopic cholecystectomy with haptic feedback technology. Open Access Surgery, Vol. 4, 2011. – pp. 39 – 44
4. Zhou M., Tse S., Derevianko A., Jones D.B., Schwaizberg S.D., Cao C.G.L. Effect of haptic feedback in laparoscopic surgery skill acquisition. Surgical Endoscopy, Vol. 26, Issue 4, 2012. – pp. 1128 – 1134
5. Горшков М.Д., Федоров А.В. Классификация по уровням реалистичности оборудования для обучения эндохирургии // Виртуальные технологии в медицине, 2012. – № 1(7). – с. 35 – 39

А.В. Кузьмин, Н.Ю. Митрохина

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МНОГОДИПОЛЬНОЙ МОДЕЛИ СЕРДЦА

(Пензенский государственный университет)

В данной работе проводится исследование алгоритмов определения параметров многодипольной модели сердца при моделировании электрической активности сердца (ЭАС). В качестве электрической модели сердца авторами многодипольная модель.

В целом, моделирование ЭАС заключается в решении обратной задачи электрокардиографии [1] с ограничениями, то есть в определении электрических характеристик модели.

Способ определения ЭАС предложен авторами в работе [2], он предполагает, что модель сердца состоит из определенного числа диполей, закрепленных на поверхности миокарда в определенных точках. Это теоретически позволяет получать детальную информацию о функционировании каждого участка поверхности сердца. Ограничением здесь выступает только размер вектор входных данных (электрических параметров, зафиксированных на поверхности тела), а также математический аппарат, позволяющий корректно и эффективно решать плохо обусловленные задачи решения больших систем уравнений, имеющих высокий уровень линейной зависимости. Тело человека в такой модели ЭАС предполагается однородным и изотропным, обладающим неким удельным сопротивлением. Характеристики многодипольной модели ЭАС - это



значения дипольных моментов D_i , вычисленные по потенциалам φ_j , зарегистрированным в точках стандартных отведений:

$$\varphi_j(t) = \frac{\rho}{4\pi} \sum_{i=1}^I \frac{\cos \alpha_{ji}}{r_{ji}^2} D_i(t), \quad j = 1 \dots N, \quad (1)$$

где $\varphi_j(t)$ – суммарный поверхностный потенциал в точке измерения j [В];

ρ – среднее удельное сопротивление тела [Ом·м];

α_{ji} – угол между вектором дипольного момента D_i и прямой, соединяющей j -ю точку отведения с каждым диполем сердца;

r_{ji} – расстояние от диполей модели сердца до точек отведений [м];

$D_i(t)$ – дипольный момент i -го диполя модели сердца ($i = 1 \dots I$) [А·м];

I – количество диполей модели сердца;

N – количество отведений.

Авторами рассматриваются два алгоритма поиска характеристик многодипольной модели сердца D1-12. Оба алгоритма включают в себя математический аппарат решения системы уравнений и различия их состоят только в используемом критерии, согласно которому среди множества решений определяются итоговое решение.

Первый алгоритм в качестве такого критерия использует минимум суммы квадратичных отклонений между измеренными и рассчитанными потенциалами, то есть минимизируется среднеквадратичная невязка следующего вида:

$$F = \sum_{j=1}^N (\tilde{\varphi}_j(t) - \varphi_{j(D_{1-12})}(t))^2 = F_{\min} \quad (2)$$

где $\tilde{\varphi}_j(t)$ – измеренный потенциал в точке j отведения,

$\varphi_{j(D_{1-12})}(t)$ – потенциал в точке j отведения, рассчитанный с использованием многодипольной модели ЭЭГС, состоящей из 12 диполей.

Во втором алгоритме используется критерий следующего вида:

$$\varphi_{j(D_{1-12})}(t) - \tilde{\varphi}_j(t) = 0, \quad j = 1 \dots 12, \quad (3)$$

В качестве метода решения системы уравнений в обоих случаях использовался один и тот же метод – это метод Левенберга-Марквардта, разница состояла лишь в особенностях подачи уравнений в функцию – вычислитель. Стоит оговориться, что критерий подобный (3) уже предлагался при решении обратной задачи электрокардиографии, однако тогда для решения уравнений использовался другой метод – метод Гаусса – Ньютона, а в качестве электрической модели использовался точечный диполь [6].

Результаты вычислений параметров ЭАС с использованием первого алгоритма приведены на Рисунке 1. Результаты вычислений параметров ЭАС с использованием второго алгоритма 1 приведены на Рисунке 2.

По результатам вычислительных экспериментов можно сделать вывод, что погрешность восстановления ЭКГ сигналов в отведениях V_1 - V_6 меньше при использовании второго алгоритма, однако суммарный дипольный момент при найденных дипольных моментах второго алгоритма не соответствует



суммарному дипольному моменту точечного диполя, который был выбран в качестве эталонного, то есть дипольные моменты с меньшей общей погрешностью, но не отражают физиологических процессов, происходящих в сердце.

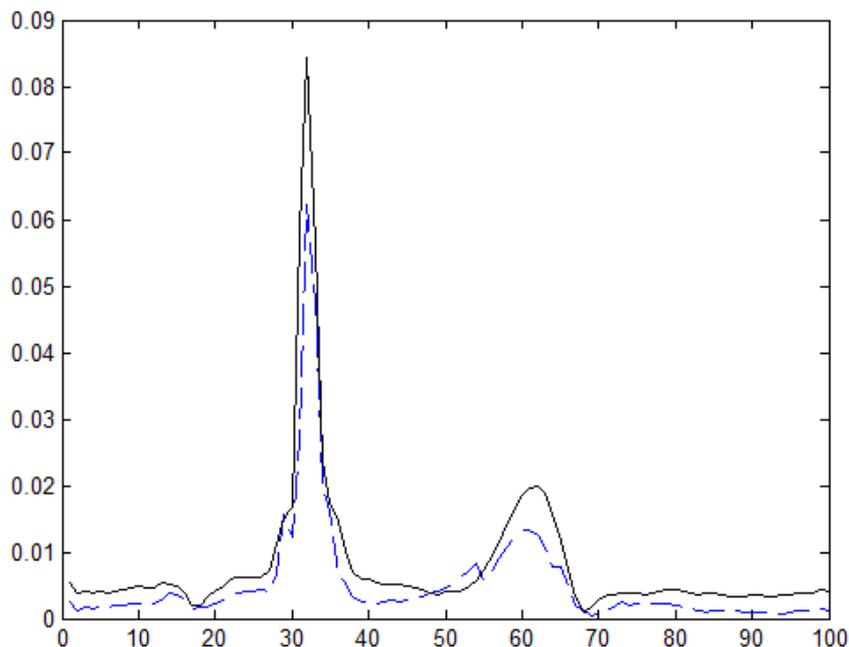


Рис. 1. Суммарный дипольный момент (критерий 1)

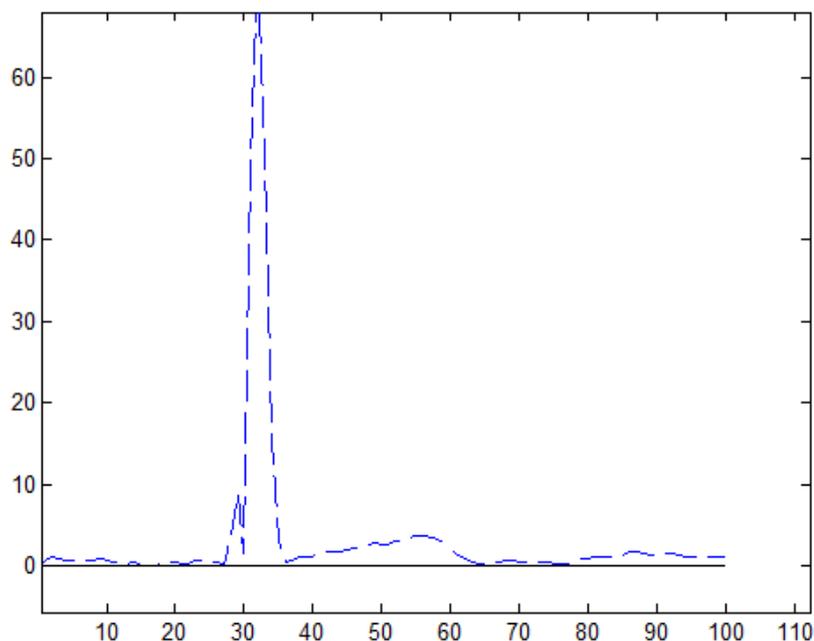


Рис. 2. Суммарный дипольный момент (критерий 2)

Напротив, при использовании первого алгоритма полученные значения дипольных моментов, с использованием которых синтезируются ЭКС, имеют большую погрешность по сравнению с результатами второго алгоритма. Но при



этом более точно были получены кривые суммарного дипольного момента. Несмотря на большую погрешность синтеза ЭКС при использовании первого алгоритма, можно сказать, что полученные дипольные моменты в большей степени отражают происходящие в сердце электрические процессы.

Тем не менее, вопрос поиска оптимального математического аппарата для решения обратной задачи электрокардиографии в предложенной авторами постановке остается открытым.

Литература

1. Бодин О.Н., Митрохина Н.Ю. Регуляризация решения обратной задачи электрокардиографии в компьютерной диагностической системе «Кардиовид». Мехатроника, Автоматизация, Управление. – 2008. – №11. – С. 37-41

2. Бодин О. Н., Гладкова Е. А., Кузьмин А. В., Митрохина Н.Ю., Мулюкина Л. А. Пат. 2360597 Российская Федерация. Способ определения электрической активности сердца. Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели». – 2009. – № 19

Е.С. Лукьянова

МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ WEB-СИСТЕМА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВРАЧЕЙ-ЛИМФОЛОГОВ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В настоящее время основная тенденция в области здравоохранения – это широкое применение современных информационных технологий и создание медицинских информационных систем, помогающих в обследовании пациентов и позволяющих осуществлять обмен информацией о пациенте на основе персональной электронной медицинской карты. Электронная медицинская карта предоставляет удобные механизмы ввода и просмотра данных, повышающие скорость работы и наглядность представления информации.

Web-системы дают ряд преимуществ по сравнению с обычными настольными приложениями:

- не требуется установка специального программного обеспечения, что исключает затраты на ИТ-специалистов;
- медицинская информационная система готова к работе на любых компьютерах под управлением любой операционной системой, главное – наличие предустановленного web-браузера;
- web-система менее требовательна к ресурсам компьютера при условии, что все сложные вычисления происходят на стороне сервера,

поэтому автором было принято решение о реализации системы в виде web-приложения и использовании технологии ASP.NET MVC и языка программирования С#, а в качестве СУБД - Microsoft SQL Server 2008.



В разработанной системе используется уникальный алгоритм лечения заболеваний лимфатической системы, разработанный на основании многочисленных исследований врачами сосудистого отделения клиники госпитальной хирургии СамМГУ. Обследования проводятся в три этапа (по уровням), в зависимости от значений показателей можно выяснить стадию заболевания и сформулировать рекомендации по методу лечения. Остановить развитие лимфатических заболеваний, устранить имеющиеся проблемы значительно проще на начальных стадиях процесса. На поздних стадиях заболевания плохо поддаются лечению и часто приводят к инвалидизации. Для правильной постановки диагноза необходимо проведение исследований по нескольким десяткам различных характеристик. Алгоритм позволяет сократить время на обследование пациентов и за счет этого существенно снизить стоимость лечения.

Система предоставляет пользователю следующие возможности:

- разграничение прав доступа (предусмотрены 3 роли пользователей: администратор, врач, лаборант);
- ввод и хранение данных о пациентах и о результатах обследования и лечения, что позволяет быстро сформировать медицинскую документацию и получать статическую отчетность;
- анализ результатов обследования и выдача рекомендаций по лечению пациентов - ключевая функция системы;
- ведение медицинских справочников;
- экспорт данных о пациентах и результатах обследования в pdf-файл.

А.А. Минаев

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И ОБСЛУЖИВАНИЯ

(Научно-производственная компания «Маджента Девелопмент»)

Многие системы обслуживания имеют сложную организационную структуру, включающую в себя как множество потребителей, так и множество производителей услуг. Одной из таких систем является система медицинской диагностики и обслуживания, в которой производителями услуг является медицинский персонал, а потребителями являются пациенты медицинского учреждения. В рассматриваемой системе существует проблема повышения качества сервиса медицинских учреждений путем сокращения сроков предоставления услуг с учетом приоритетности заявок на данные услуги, а также их востребованности и загрузки медицинского персонала.

Одной из особенностей рассматриваемой системы является то, что зачастую первичная услуга, в которой нуждается пациент при обращении в медицинское учреждение, представляет собой процесс диагностирования физиологического состояния больного. Результат диагностирования состояния здоровья



пациента в дальнейшем определяет его потребности в тех или иных услугах, предоставляемых медицинским персоналом.

Для решения поставленной проблемы процесс медицинской диагностики и обслуживания можно представить в виде мультиагентной системы. В такой системе агентами являются как пациенты медицинского учреждения, нуждающиеся в предоставлении определенных услуг, так и медицинский персонал, предоставляющий эти услуги. Кроме того, задачу первичной диагностики пациента предлагается решать на стороне самого агента-пациента, используя при этом его аппаратно-программные ресурсы. В зависимости от результатов первичной диагностики агент пациента формирует заявку на конкретную услугу, предоставляемую агентами медицинского персонала здравоохранительного учреждения. При организации описываемой мультиагентной системы проведение первичной диагностики на стороне аппаратно-программного обеспечения агента-пациента позволяет добиться следующих преимуществ:

1. Сокращение нагрузки на агентов медицинского персонала, производящих услуги;
2. Сокращение трафика заявок на предоставление услуг и как следствие уменьшение нагрузки на мультиагентную систему;
3. Ускоренное определение приоритетов заявок, обусловленное известными сведениями о состоянии пациента.

В результате диагностирования пациента делается вывод о том, какую услугу необходимо предоставить пациенту и ее приоритет. Таким образом услуга формируется агентом-пациентом в виде заявки и отправляется в мультиагентную среду.

Таким образом, структурная схема мультиагентной системы медицинской диагностики и обслуживания представлена на рисунке 1.

Переданная в мультиагентную среду заявка на предоставление медицинской услуги агенту-пациенту проходит процедуру разрешения, в результате которой заявка закрепляется за агентом-мед. персоналом для ее выполнения, или же, в противном случае, переходит в этап ожидания.

Для реализации процесса разрешения заявок можно использовать различные принципы самоорганизации агентов в мультиагентной среде. Одним из вариантов может быть рыночная модель организации, при которой агенты, предоставляющие услугу формируют условную цену, которую необходимо заплатить агенту-потребителю для получения данной услуги. Алгоритм формирования цены при использовании рыночной модели самоорганизации в описываемой мультиагентной системе в таком случае должен учитывать приоритет заявки, возможности оказания услуг данного вида, а также спрос на эти услуги. В результате применения системы самоорганизации мультиагентная система приобретает полезные эмерджентные свойства, способствующие решению проблемы предоставления качества сервиса.

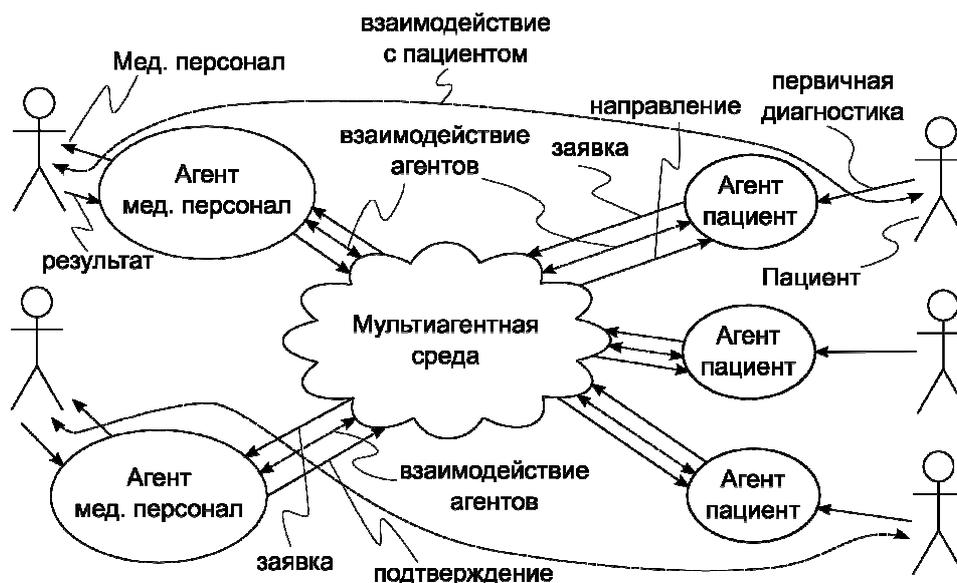


Рис. 11. Структурная схема мультиагентной системы
медицинской диагностики и обслуживания

При поступлении заявки на предоставление услуги агенту медицинского персонала, он непосредственно выполняет координацию самого медицинского персонала, оказывающего услугу непосредственно пациенту. По завершении оказания услуг медицинским персоналом формируется результат выполнения, на основании которого принимается решение о дальнейших потребностях, которые необходимо удовлетворить агенту-пациенту для устранения проблемы обращения в медицинское учреждение.

Литература

1. Городецкий, В.И., Самоорганизация и многоагентные системы. II. Приложения и технология разработки. – Известия РАН. Теория и системы управления, 2012. – № 3. – с. 55 – 75

А.В. Скользнев

МЕТОДИКА И ПРИНЦИП ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ГЕТЕРОГЕННЫХ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ СИМУЛЯЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ

(Научно-производственная компания «Маджента Девелопмент»)

Внедрение методик виртуального обучения в процесс подготовки медицинских кадров подразумевает разработку специализированных аппаратно-программных комплексов, в задачи которых входит обеспечение реалистичности и адекватности симулируемых признаков объекта имитации. Разработка и создание подобных АПК [1] ставит перед исследователем следующие задачи:

– количественная и качественная оценка реалистичности имитируемого воздействия;



- оценка заявленных технических показателей;
- исследование и анализ конструктивных особенностей аппаратной части комплекса.

Решение данных задач осуществляется при помощи испытательных стендов приемочного и выходного контроля. Схема стенда приемочного контроля представлена на рисунке 1.

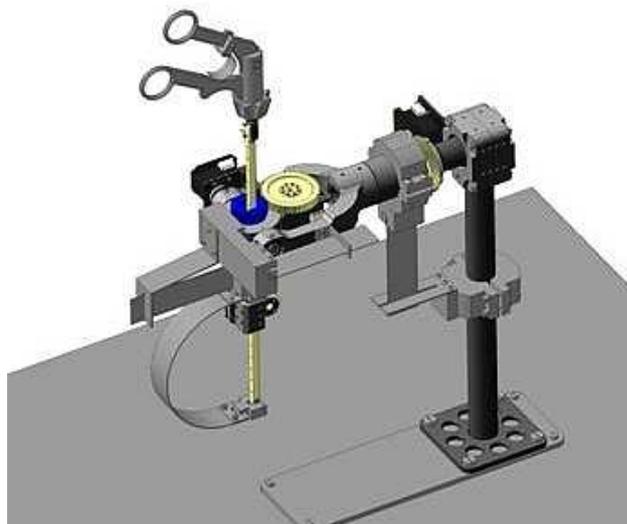


Рис. 1. Эндоскопический манипулятор с навесными пружинами
Схема стенда выходного контроля представлена на рисунке 2.

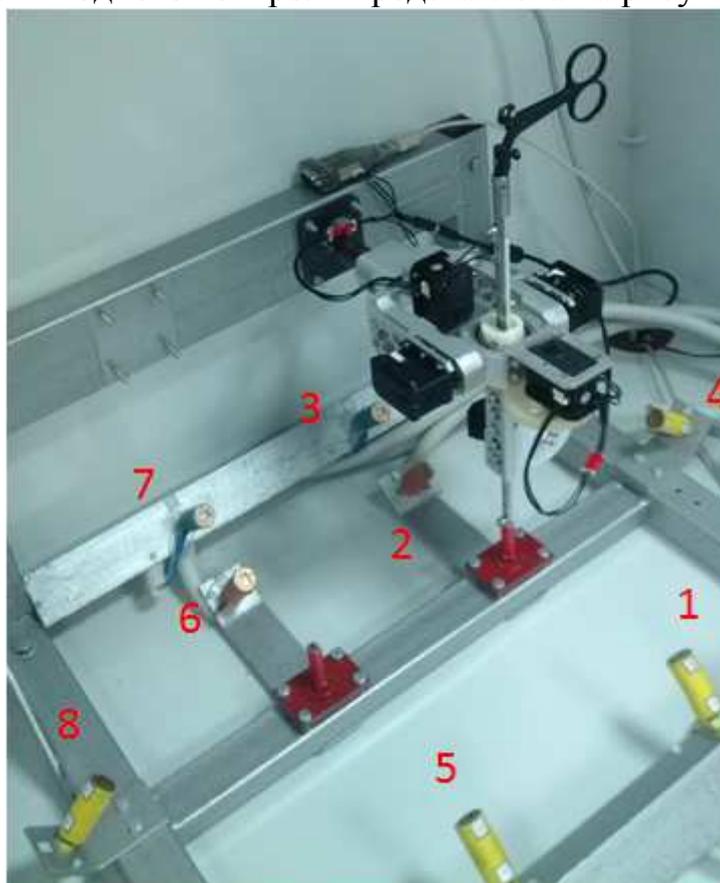


Рис. 2. Стенд выходного контроля
Датчиками (обозначены цифрами на рисунке) являются тензометрические датчики оригинальной цилиндрической конструкции.



Интерфейс взаимодействия ПЭВМ и стенда выглядит следующим образом.

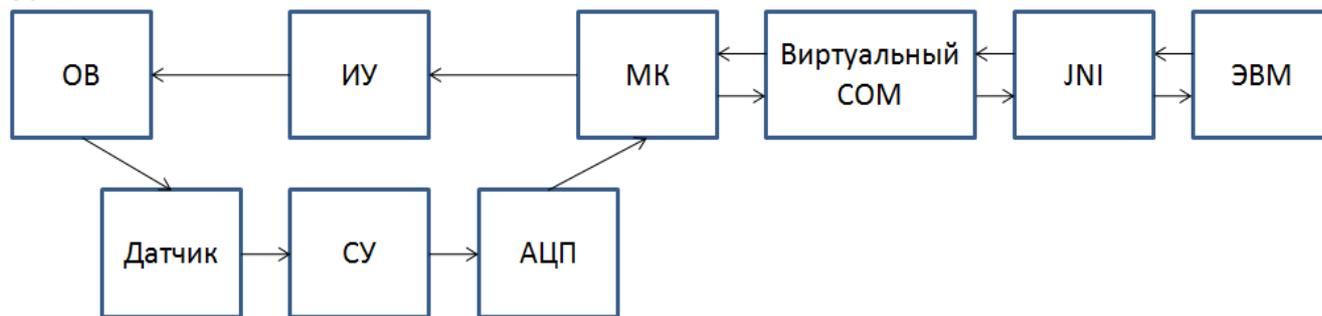


Рис. 3. Интерфейс взаимодействия

На рисунке 3 ОВ – объект воздействия, ИУ – исполнительное устройство (сервопривод), СУ - схема усиления, МК – микроконтроллерный модуль.

Как видно из рисунка, система управления стендом была реализована на языке Java, обмен данных с последовательным портом осуществляется посредством JNI интерфейса. В качестве аналого-цифрового преобразователя и микроконтроллерного модуля использовался отладочный модуль STM32VL Discovery. Данная автоматизированная система представляет собой типичную АСНИ [1], за исключением отсутствия подсистемы ведения БД.

В ходе разработки и реализации системы автоматизированного управления [3] испытательным стендом были выявлены следующие ключевые особенности объекта исследований:

- коэффициент калибровки в силу конструктивных особенностей стенда зачастую может представлять собой динамическую величину.
- наличие «всплесков» в измеряемом сигнале с сервоприводов и АЦП свидетельствует о необходимости введения скользящей фильтрации измеряемого сигнала.
- в случае если коэффициент калибровки представляет собой нелинейную величину, необходимо применение аппроксимативных методов для оценки коэффициента калибровки.

Литература

1. Колсанов А.В., Чаплыгин С.С., Иващенко А.В., Кузьмин А.В., Горбаченко Н.А., Милюткин М.Г. Программное обеспечение тренажера лапароскопической хирургии // Программные продукты и системы, 2013. – № 2. – с. 267 – 270
2. Прохоров С.А Прикладной анализ случайных процессов [Текст]/ Под редакцией С.А.Прохорова – Самара: СНЦ РАН, 2007. – 582 с.
3. Теория автоматического управления Текст. / под ред. Ю. М. Соломенцева. М. : Высш.шк., 1999. – 268 с.



А.Ю. Тычков, О.В. Абросимова

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМИНАЛА «HEALTH POINT»

(Пензенский государственный университет)

В настоящее время проблема в области автоматизации здравоохранения состоит в недостаточно эффективном обследовании состояния здоровья граждан. Это связано, во-первых, с низкой оперативностью работы персонала медицинских учреждений в предотвращении и лечении заболеваний. Во-вторых, из-за недостаточного штата медицинских работников. В-третьих, с завышенной стоимостью обследования состояния здоровья и ограниченными временными ресурсами обследования отдельной группы населения. Несмотря на эти недостатки, существует высокая потребность в необходимости улучшения процедур медицинских обследований и оборудования, на котором оно производится.

Разработка систем позволяющих осуществлять комплексную оценку состояния здоровья, является актуальной задачей, решение которой позволит вывести медицину на качественно новый уровень развития и предоставит возможности для применения подобного рода устройств безбоязненно потребителем, как в общественных местах, так и домашних условиях, когда в реальном времени может осуществляться мониторинг состояния здоровья и выдача рекомендаций о здоровом образе жизни с учетом измеренных медицинских показателей.

На сегодняшний день в области проектирования и разработки систем комплексной диагностики состояния здоровья получены значительные результаты. Производится огромное количество разнообразных систем и устройств измерения, диагностики и мониторинга важнейших показателей жизнедеятельности, таких как тонометры, термометры, электрокардиографов и других устройства измерения биологических и физиологических параметров человека. В то же время систем и устройств, позволяющих проводить комплексное измерение состояние здоровья, с учетом основных показателей жизнедеятельности, таких как артериальное давление и пульс, температура и вес тела, уровень жировой, костной и мышечной массы, уровень воды и внутреннего жира, и т.д., а также выдавать рекомендации о здоровом образе жизни, в принципе не существует.

В связи с чем, актуальной является задача разработки универсального многофункционального комплекса или системы, осуществляющей диагностику состояния здоровья по широкому спектру физиологических параметров.

Предлагаемый терминал здоровья представляет собой многофункциональный медико-диагностический комплекс, включающий автономную диагностическую станцию и место размещения пользователя, образованные в результате соединения пары жестко закрепленных поручней, предназначенных для усиления конструкции и удобства пользования терминалом. Автономная диагностическая станция включает также пользовательский интерфейс, состоящий



из информационного и диагностического модуля измерения, обработки и анализа информации. Информационный модуль обеспечивает непрерывную связь с Internet, для поиска медицинских учреждений города и online-регистрации на прием к врачу. Диагностический модуль включает в себя устройства для проведения измерений основных параметров жизнедеятельности, таких как артериальное давление и пульс, температура, вес тела, уровень жировой, костной и мышечной массы, уровень воды и внутреннего жира, физический рейтинг, уровень базального метаболизма, биологический возраст, частота дыхания и основного тона, и устройства для обработки результатов измерений с последующим отображением полученных данных на экране дисплея или внешних периферийных устройствах.



Рис. 1. Внешний вид

На данный момент разработан конструкционный минимакет описанного терминала здоровья, внешние виды которого представлены на рисунках.

Резюме

Таким образом, предлагаемый терминал здоровья, представленный по описанной выше структуре, имеет ряд преимуществ:

- проведение комплексной диагностики состояния здоровья, измерение основных параметров жизнедеятельности, таких как артериальное давление и пульс, температура, вес тела, уровень жировой, костной и мышечной массы, уровень воды и внутреннего жира, физический рейтинг, уровень базального метаболизма, биологический возраст, частота дыхания и основного тона
- аэродинамический дизайн конструкции корпуса терминала;
- наличие свободной рабочей зоны с беспрепятственным доступом к станции, т.е. без встраиваемых кресел и дополнительных поручней;
- доступность пользователя ко всей требуемой диагностической аппаратной части терминала;



- возможность функционирования терминала на нескольких иностранных языках;
- безопасное и оперативное обследования пациента по основным параметрам жизнедеятельности;
- широкий спектр показателей проводимого диагностического обследования;
- доступная стоимость обследования при определении самим пациентов перечня проводимых диагностических измерений;
- получение результата измерений и перечня рекомендаций по здоровому образу жизни в печатном и электронном виде.

А.Ю. Тычков, Е.О. Козинцев, В.С. Замулин

МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «КАРТА ЗДОРОВЬЯ»

(Пензенский государственный университет)

Карта здоровья – маршрутная карта с возможностью сортировки данных, содержащая в себе комплекс информации о медицинских учреждениях различного профиля и направления города или района. Карта является прототипом любой карты города, основным достоинством которой является узкая спецификационная направленность.

Предлагаемая карта обеспечивает решение следующих задач:

- оперативный и эффективный поиск медицинских учреждений по 19 категориям (группам), а также признакам патологических отклонений в состоянии здоровья, посредством визуального представления анатомического строения тела человека;
- быстрая ориентация на местности вблизи киоска и медицинского учреждения;
- предоставление кратчайшего пути от терминала с картой или от точки (адреса/объекта), интерактивно (непосредственно на самой карте) выбранной пользователем, до указанного адреса медицинского учреждения;
- осуществление online-регистрации на прием к выбранному врачу (специалисту);
- отображение данных о медицинских учреждениях, отображение эмблемы (логотипа) или фотографии с фасадом здания для полной и наглядной идентификации соответствующего учреждения;
- предоставление информации пользователю в печатном и электронном виде.

Базовая структура и работа карты построены на использовании базы данных медицинских учреждений, которая база представляет собой набор систематизированных медицинских учреждений по категориям (профилю действия и назначения).

Структура базы медицинских учреждений представлена на рисунке 1.

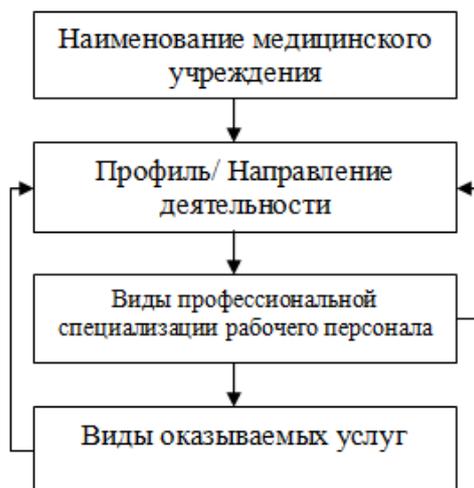


Рис. 1. Структура базы медицинских учреждений

Согласно классификации медицинских учреждений они отображаются на карте различными ярлыками, выполненными в удобной для нахождения цветовой палитре. При выделении определенной категории внизу карты появляется сообщение (комментарий) и пояснение с обозначением по указанной группе медицинских учреждений (наименование категории и основной профиль/направление деятельности). При непосредственном указании наименования медицинского учреждения представляется информация, состоящая из полного наименования, адреса местонахождения и телефона регистратуры. Если требуется получить информацию-досье, необходимо воспользоваться опцией «Online-регистратура».

Для записи на прием к специалисту существует опция «Online-запись». Данная функция содержит ссылки с вопросами и комментариями, например, «Как записаться на прием?», «Как выбрать необходимого специалиста?», «Возможные проблемы при записи» и т.д.

Карта может быть использована пользователями, владеющими одним из следующих четырех языков: русский, английский, немецкий, китайский.

Этапы работы с «Картой здоровья».

Изначально лицевая панель отображает эмблему (логотип) терминала «Карты здоровья» и рекламную информацию о существующих медицинских учреждениях в городе. Внизу окна всплывают комментарии по работе с картой.

Затем выбирается язык функционирования (русский, английский, немецкий, китайский).

Далее выводится окно, в котором указывается регион/область и город, если они предварительно не внесены в настройки.

После лицевая панель входит в режим отображения карты местности. Помимо карты города на ней появляются визуальное анатомическое строение организма (тела человека), текущие дата/время с функцией online-календаря, базовая функциональная кнопка «Меню», адрес месторасположения терминала с логотипом, рекламный блок и кнопка «Печать» (рисунок 2).

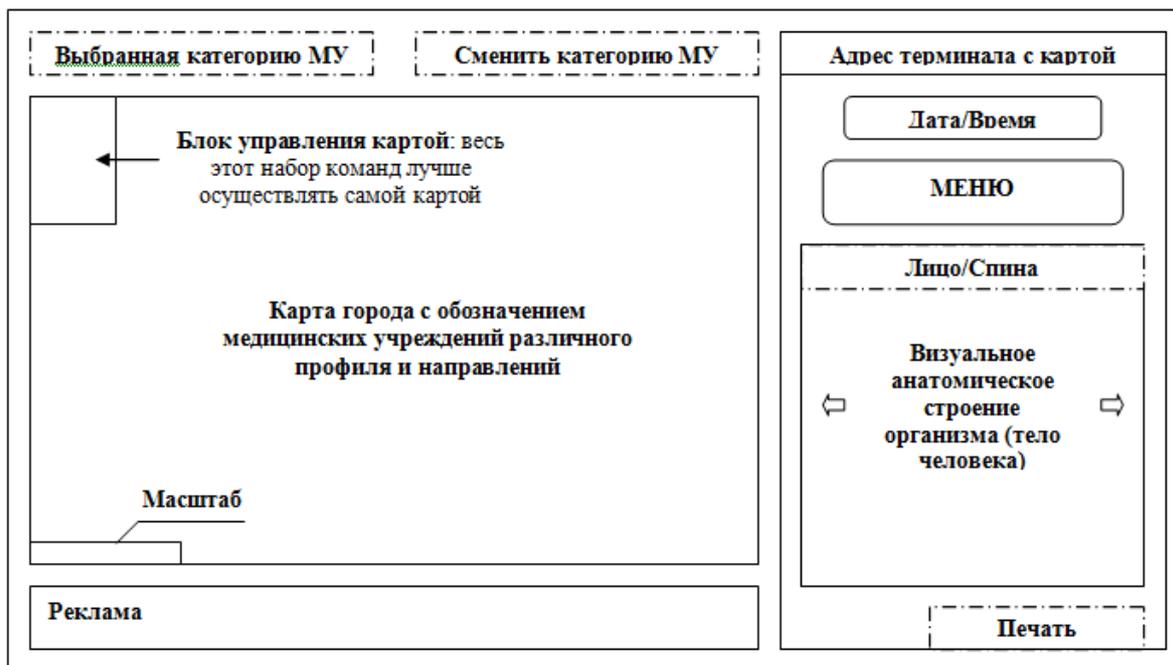


Рис. 2. Лицевая панель в режиме отображения карты

После нажатия кнопки «Меню» выплывает целый блок встроенных контекстных меню, где требуется:

«Указать категорию медицинских учреждений» (↕/ОК/Назад)

(выбрать из выплывающего списка категорий медицинских учреждений согласно представленной выше классификации)



«Выбрать наименование медицинского учреждения» (↕/ОК/Назад)

(выбрать интересующее наименование медицинского учреждения из предлагаемого списка, его адрес месторасположения выводится автоматически)



«Online-регистратура» (ОК/Назад)

Направления деятельности (информация-досье)	Услуги (основные, дополнительные)	Специалисты учреждения (специализация, Ф.И.О. врача, график приема)
---	-----------------------------------	---



«Online-запись» на прием к специалисту (ОК/Отмена)

(дату и время можно указать, используя встроенный календарь)

Как записаться на прием?	Как выбрать специалиста?	Возможные ошибки при записи
--------------------------	--------------------------	-----------------------------



«Проложить маршрут»:

- определить путь самостоятельно (интерактивно)

(адрес X – адрес медицинского учреждения) (ОК/Отмена);

- выбрать транспорт (автобус/ маршрутное такси/ троллейбус/ трамвай/ метро) /пешком (ОК/Отмена);

- проложить маршрут (ОК/Отмена).

После подтверждения на лицевой панели на карте автоматически прокладывается маршрут. Пользователь также имеет возможность вывода карты в пе-



чать посредством нажатия на ярлык «Печать» (она становится активной только в данный момент).

Если пользователя по каким-либо причинам «не удовлетворяет» выбранное медицинское учреждение, существует возможность изменения типа сортировки без проведения вышеописанных операций. Для этого он может воспользоваться вкладками «Изменить категорию медицинских учреждений» и переизбрать категорию или «Выбранная категория медицинских учреждений» (написано конкретное наименование) и переопределить ранее им выбранное учреждение, расположенными над картой.

Выбрать медицинское учреждение можно, используя визуальное анатомическое строение организма (тело человека). Далее на лицевой панели появится весь список медицинских учреждений, занимающихся подобной проблематикой или полностью специализирующихся на заболеваниях данной части тела. При нажатии на наименование учреждения выводится вся доступная по нему информация. Дальнейшая процедура управления картой та же, как при работе с кнопкой «Меню».

Резюме

Таким образом, карта позволяет:

- выбрать медицинское учреждение в соответствии с подаваемым запросом;
- получить всю доступную информацию по медицинскому учреждению;
- проложить виртуальный маршрут следования;
- осуществить online-запись на прием к специалисту;
- распечатать полученный результат запроса.

А.С. Черепанов

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РЕНТГЕНКОНТРАСТНОГО ВЕЩЕСТВА ПО КРОВЕНОСНЫМ СОСУДАМ

(Научно-производственная компания «Маджена Девелопмент»)

Введение

Эндоваскулярная хирургия представляет собой малоинвазивный способ диагностики и лечения различных патологий кровеносных сосудов. Эндоваскулярные инструменты вводятся в кровеносные сосуды под контролем флюороскопии. В кровь вводят специальные рентгенконтрастные вещества, которые под действием кровотока распространяются по кровеносным сосудам, давая хирургу информацию для навигации и обозначая патологии, подлежащие лечению.

Обучение хирурга может быть эффективно осуществлено при помощи аппаратно-программных комплексов симуляции эндоваскулярной операции [1, 2]. Одной из основных проблем подобных симуляторов является качественная имитация введения рентгенконтрастного вещества в кровеносную систему, его распространение с кровотоком и визуализация.



Кровеносная система в виде дерева

Кровеносную систему можно рассматривать как древовидную структуру, не имеющую циклов. Поток крови движется от корня дерева к её листьям.

Рассмотрим дерево, состоящее из сегментов, соединяющих узлы дерева (рис.1).

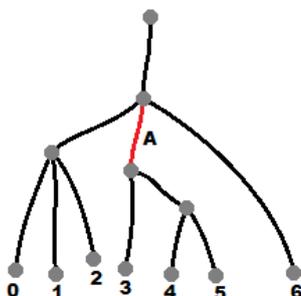


Рис. 1. Дерево сегментов

Рекурсивно обходя дерево, последовательно пронумеруем все листья дерева. Поскольку дерево не имеет циклов (петель) то каждый лист дерева (номер) определяет уникальный путь движения крови по кровеносной системе.

Сегмент А имеет два дочерних сегмента. Контрастное вещество – далее контраст, будучи введенным в какую либо точку сегмента А будет двигаться вниз по дереву в дочерние сегменты. Аналогично из каждого дочернего сегмента контраст будет двигаться вниз, пока не достигнет листьев дерева с номерами 3, 4 и 5. Для каждого сегмента дерева можно указать все конечные листья дерева. Поскольку все листья дерева последовательно рекурсивно пронумерованы, то достаточно указать минимальный и максимальный номер листа.

Отображение сегментов дерева на текстуру

Рассмотрим двумерный массив значений плотности контраста в крови (рис. 2, слева). Этот массив можно использовать в качестве текстуры для наложения на конечную объемную модель кровеносных сосудов для рендеринга. Таким образом, все изменения в текстуре приведут к непосредственному изменению вида визуализируемой модели.

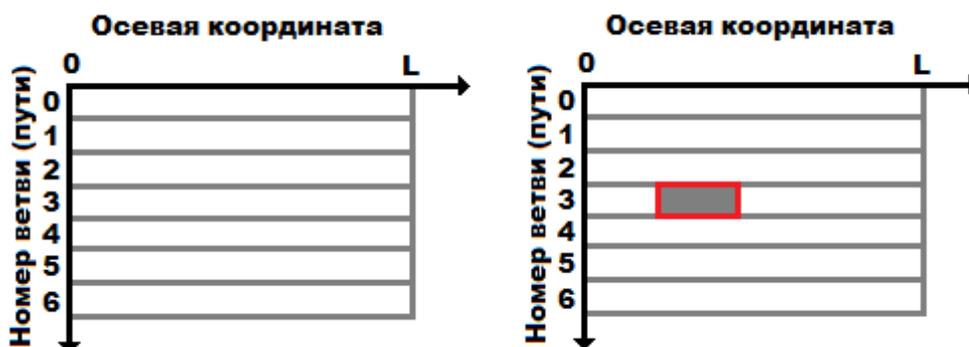


Рис. 2. Текстура плотностей контраста (слева)

и отображение сегмента дерева на текстуру (справа)

Как было указано ранее, число уникальных путей движения контраста равно количеству листьев дерева. Пусть каждая строка текстуры показывает



распределение плотности контраста на оси сосуда от корня дерева до соответствующего листа. Поставим в соответствие каждому из сегментов дерева часть строки в текстуре. Для листьев дерева номер строки будет совпадать с номером листа. Для остальных сегментов номер строки пусть будет равен минимальному номеру конечного листа, доступного из данного сегмента. Для примера покажем отображение сегмента А на текстуру (рис. 2, справа).

Чтобы лучше понять соответствие сегментов и строк текстуры, изобразим наше дерево в горизонтальной ориентации (рис. 4). Важно отметить, что несмотря на то что сегмент А отображен только на строку 3, на самом деле сегмент А соответствует трём путям движения контраста. При введении контраста нужно определённым образом поменять плотность контраста для всех путей движения контраста, доступных из сегмента А, то есть для строк 3, 4 и 5 (рис. 3).

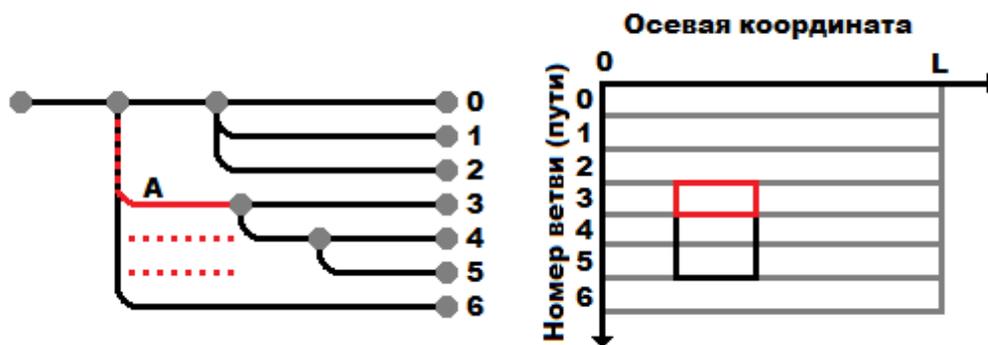


Рис. 3. Соответствие сегментов и строк (слева) и изменения плотности при введении контраста в сегмент А (справа)

Движение контраста по дереву, размытие контраста

Смещая текстуру по горизонтали, мы смещаем распределение плотности контраста для всех путей движения контраста. Таким образом, мы можем имитировать движение контраста по всем возможным путям одновременно (рис. 4). Построчно размывая изображение по горизонтали на текстуре, мы можем имитировать размытие контраста по оси сосудов.

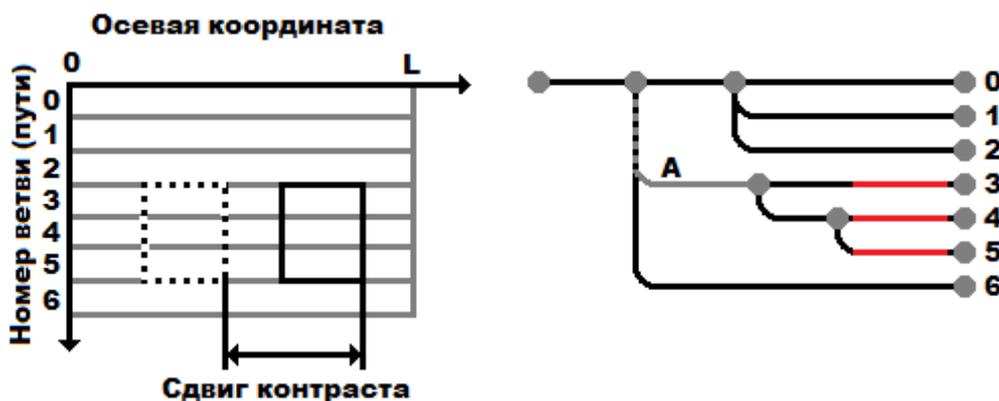


Рис. 4. Сдвиг текстуры контраста и соответствие сдвига текстуры

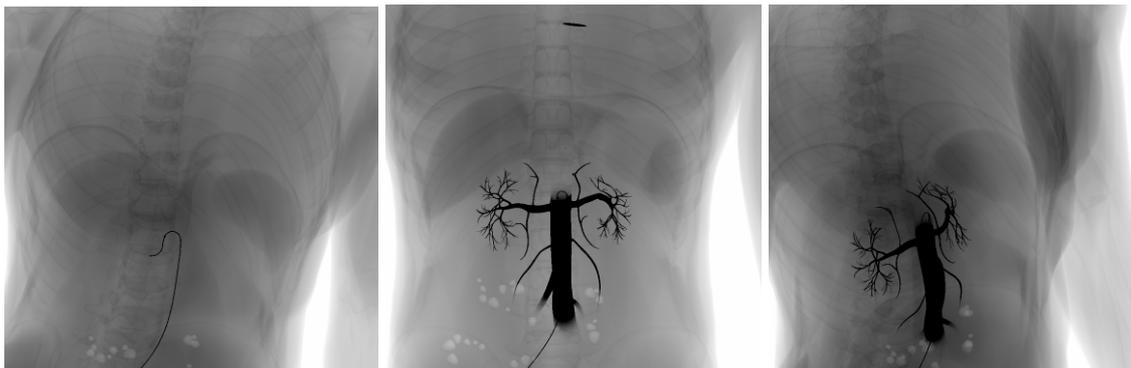


Рис. 5. Результирующие изображения

Литература

1. Колсанов А.В., Яремин Б.И., Воронин А.С., Черепанов А.С., Иващенко А.В., Сапцин Н.В. Программное обеспечение тренажера эндоваскулярной хирургии // Программные продукты и системы, 2013. – № 2. – с. 262 – 267
2. Ivaschenko A., Dmitriev A., Cherepanov A., Vaisblat A., Kolsanov A. “Virtual Surgeon” training suite for laparoscopy, endovascular and open surgery simulation // Proceedings of the European Simulation and Modeling Conference 2013 (ESM 2013), Lancaster university, Lancaster, UK, EUROSIS-ETI. – pp. 114 – 118



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Ю.С. Артамонов

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОСТУПНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМАХ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Введение

В настоящее время используется множество платформ для научных вычислений, а в одном проекте может быть задействовано несколько различных окружений. Нехватка вычислительных ресурсов приводит к необходимости использования пакетных систем или же простых очередей заданий. Если в наличии есть разные по производительности и загруженности вычислительные ресурсы, то требуется оптимально выбрать окружение для расчётов. Критерием выступает отметка времени окончания вычислений.

При использовании суперкомпьютерной техники с пакетными системами пользователю требуется знать, когда его задание будет запущено. Если вычислительная задача исполняется в интерактивном режиме и выдаёт данные по мере вычислений, то ставится задача об оптимизации времени старта и завершения при условии, что вычислительных ресурсов достаточно для работы программы. Это может быть необходимо для последующего анализа выходных данных внешними по отношению к окружению инструментами.

Для решения этих задач требуются данные о загруженности вычислительных ресурсов и о профиле использования. При прогнозировании следует принять во внимание как большой массив исторических данных по исполнению задач, так и тренд загрузки ресурсов. Значимыми могут являться и исторические данные, и тренд, также возможна ситуация когда влияние одного из факторов может быть ничтожно. Выделим 3 задачи прогнозирования доступных вычислительных ресурсов:

1. Прогноз момента запуска вычислительной задачи;
2. Прогноз завершения вычислений задачи;
3. Прогноз доступных вычислительных ресурсов окружения.

Отдельно рассмотрим ограничения на общий объём вычислительных ресурсов:

1. Фиксированный объём вычислительных ресурсов;
2. Динамически изменяемый объём вычислительных ресурсов.

Случай с фиксированным объёмом вычислительных мощностей характерен для суперкомпьютерной техники, а примером случая с динамически изме-



няемыми вычислительными мощностями могут являться Desktop Grid системы. Отдельно отметим, что отказы оборудования не стоит рассматривать как ситуацию с динамически изменяемым объёмом ресурсов, поскольку известен верхний предел доступных мощностей. Случай с динамически изменяемым объёмом доступных ресурсов нельзя привести к случаю с фиксированными, поскольку изменения предела доступных мощностей носят случайный характер с неизвестным законом распределения.

Модель для прогнозирования

В работе будем рассматривать только случай с фиксированным объёмом вычислительных ресурсов. Это позволит оценить работу методов прогнозирования на меньшем количестве входных данных. Случай является более специфичным для работы с пакетными системами и суперкомпьютерной техникой. При этом отмена задач не допускается.

Введём обозначения:

Ресурс - некоторый физический или логический ресурс системы, требуемый для запуска вычислительной задачи. Имеет набор числовых параметров.

Параметр - некоторый значимый для вычислительных задач показатель ресурса.

Окружение - вычислительная система, включающая в себя ресурсы.

Ограничение - минимальные значения параметров ресурса, требуемые для запуска задачи.

Требование - набор ограничений, которым должны удовлетворять ресурсы окружения.

Характерные случаи для синтетического тестирования:

1. Периодический всплеск нагрузки
2. Периодическое снижение нагрузки
3. Регулярная нагрузка на все вычислительные ресурсы

Преобладание требований к ресурсам:

1. Множество задач с большими требованиями, порядка всех доступных ресурсов
2. Множество задач с малыми требованиями

Стоит отметить, что детали реализации пакетной системы, системы управления кластером или другого ПО не влияют на прогнозирование доступных ресурсов. Это позволяет строить алгоритм прогноза на данных универсальным образом, чтобы он был применим как для кластерных систем, так и для Desktop Grid.

Графическое представление экспериментов

Данные эксперимента могут быть представлены трёхмерной столбчатой диаграммой с осями: X – дискретное время; Y – тип ресурса; Z – количество ресурса.

Такое представление позволяет показать загрузку окружения и выделить основные прецеденты для последующих тестов. В настоящее время мы осуществляем сбор данных для построения профиля нагрузки суперкомпьютера «Сергей Королёв».

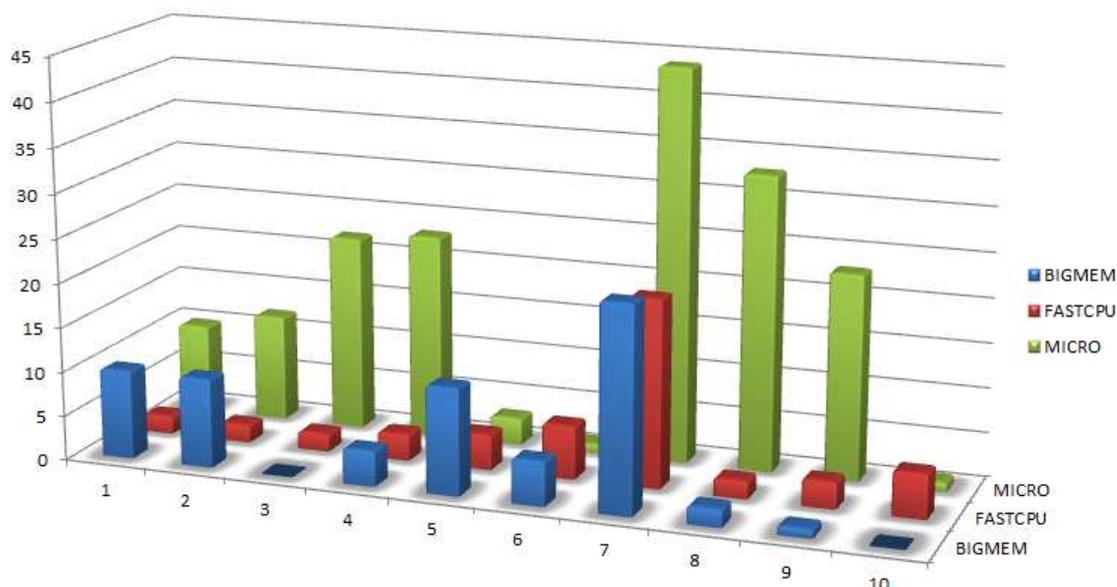


Рис. 1

Перспективы

Прогнозирование доступных вычислительных ресурсов позволит выбирать целевое окружение для задачи с целью быстрого получения результатов, а также покажет, как долго конкретная задача может выполняться в целевом окружении. Практический результат также может быть получен и в области Desktop Grid систем, он позволит оценить надёжность определённой сети для расчётов с определённым дедлайном.

Литература

1. Шурыгин А.М. Математические методы прогнозирования [Текст] / А.М. Шурыгин, М.: Горячая линия – Телеком, 2009.
2. Wolski R. Implementing a Performance Forecasting System for Metacomputing: The Network Weather Service [Текст]/ R. Wolski, N. Spring, C. Peterson, Proceedings of the ACM/IEEE SC97 Conference (SC'97), - 1997.
3. Wolski R Experiences with predicting resource performance on-line in computational grid settings [Текст] / R. Wolski, ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review, Volume 30 Issue 4, March 2003, С. 41 - 49 - 2003.

М.А. Верхотуров, К.В. Данилов

УПАКОВКА СЛОЖНЫХ ТРЁХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ КОНТЕЙНЕР НА БАЗЕ ДИСКРЕТНО-ЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

1 Введение

Исследование жизненного цикла сложных изделий в различных отраслях промышленности показывает, что многие из этапов этого цикла связаны с ре-



шением задач размещения. Эти процессы являются важными с точки зрения экономии ресурсов, а также сложными для принятия решений. Нахождение оптимального или близкого к нему решения позволяет существенно сократить расход различных ресурсов и понизить себестоимость продукции.

2 Постановка задачи

Имеется набор трёхмерных геометрических объектов (ГО) $T=(T_1, \dots, T_n)$, представленных в виде многогранников и область упаковки Q - параллелепипед $Q=(L, W, H)$, где L - длина, W - ширина - константы, высота H - переменная величина.

Упаковкой называется такой набор параметров размещения объектов, при котором никакие два объекта не пересекаются между собой, и все объекты находятся внутри области размещения.

Требуется найти упаковку с таким набором параметров размещения, который бы максимизировал плотность объектов T в области размещения Q .

3 Подходы к решению задачи

В данной постановке эта проблема является сложной задачей оптимизационного геометрического моделирования в пространстве высокой размерности с невыпуклой и несвязной областью допустимых решений.

Её можно рассматривать как задачу дискретной оптимизации, если использовать принцип пообъектного размещения, где на каждом шаге производят некоторые геометрические преобразования (изменение координат размещения и угла поворота объекта в области) каждого из них. В этом случае используются методы «моделирования геометрических преобразований» [1].

Процесс нахождения решения в этом случае состоит из выполнения следующих процедур:

1. Внешняя (оптимизационная) процедура – операции с приоритетным списком:

- формирование последовательности размещаемых объектов;
- изменение последовательности размещенных объектов.

2. Внутренняя (геометрическая) процедура – операции с объектами, соответствующими номерам в приоритетном списке:

- представление объектов в дискретно-логическом пространстве;
- моделирование движения объектов;
- выбор, согласно некоторому критерию, точки размещения;
- занесение объекта в область (изменение области размещения).

В данной работе для внешней процедуры предполагается одноразовое формирование приоритетного списка размещаемых объектов по какому-то из признаков, характеризующих исходные объекты (например, объем).

Одним из наиболее применяемых методов внутренней процедуры является подход, основанный на моделировании движения объектов в области размещения с учетом их взаимного непересечения. Он базируется на понятии графа функции плотного размещения (ГФПР), при этом дискретно-логическое



представление информации (ДЛПИ) позволяет строить ГФПР с различной точностью R .

3.1 Построение ГФПР размещаемого объекта относительно размещенных объектов и внешности области размещения

Существует несколько вариантов схемы построения ГФПР размещаемого объекта при упаковке[2]:

1. Предварительная. ГФПР всех объектов между собой и с областью рассчитываются перед началом этапа размещения (рис.1а). После занесения объекта в область все относящиеся к нему ГФПР смещаются в соответствии с его параметрами размещения.

2. Интегральная. ГФПР размещаемого объекта и области рассчитывается с учетом того, что все ранее размещенные объекты считаются ее частью (рис. 1б).

3. Динамическая. Строятся ГФПР размещаемого объекта относительно каждого из уже упакованных и области упаковки. В каждом ГФПР определяется та часть, размещение упаковываемого объекта в которой удовлетворяет условиям упаковки (рис.1в).

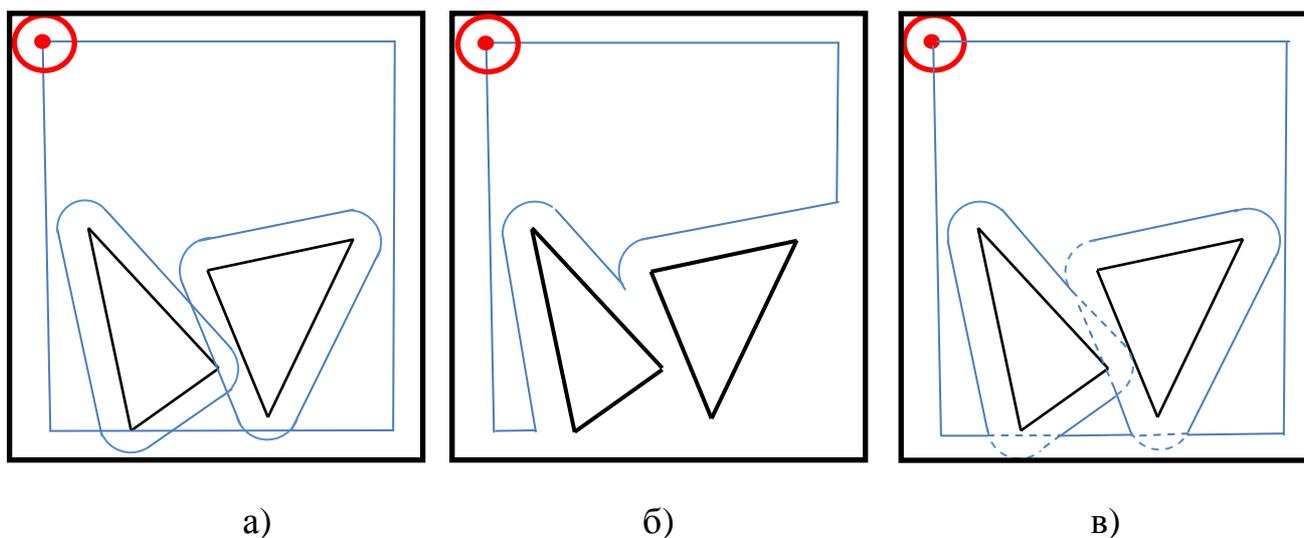


Рис. 1. Схема построения ГФПР для плоского случая.

Моделирование движения упаковываемого объекта путём построения ГФПР зависит от выбранного пространства (непрерывное или дискретное).

На базе дискретно-логического представления информации возможны различные варианты построения ГФПР, которые зависят от следующих характеристик[1]:

- связность границ ГО (6-ти, 18-ти и 26-ти связные для 3-D объектов);
- касание границ ГО и области упаковки (плотное и неплотное);
- выбор направления движения ГО.

3.2 Выбор направления движения ГО при построении ГФПР

Рассмотрим несколько вариантов выбора направления движения:

- Метод анализа точек касания [1] – на каждом шаге определяется, каким образом размещаемый объект соприкасается с областью размещения и в зависимости от ситуаций выбирается направление движения. Данный метод под-



ходит для непрерывного пространства, где объекты представлены в виде примитивов (полигоны, ребра, и т.д.).

- Правило "правой руки" – метод выбора направления движения при построении годографа в 2-ух мерном пространстве. ГО движется вдоль границы (области размещения или уже упакованных ГО) так, чтобы граница постоянно была с правой стороны. Таким образом, ГО никогда не отрывается от границы (все время с ней соприкасается). Этот метод применим только для дискретного пространства.

Из рассмотренных был выбран метод «правой руки», а также он был модифицирован для построения ГФПР в 3-D пространстве.

4 Результаты вычислительного эксперимента

Для оценки эффективности разработанного подхода были использованы наборы входных данных из статей Стояна Ю.Г.[4] и Ягудина Р.Р.[3]

Примеры №1-4. Задан набор из 20, 30, 40 и 50 многогранников соответственно, по 2 каждого типа. Основание зоны упаковки имеет ширину 30 и длину 35. Результат – Таблица №1. Сравнивать будем по 2-ум параметрам: время упаковки $T[s]$ и плотность упаковки $C[\%]$.

Из Таблицы №1 видно, что практически во всех примерах плотность упаковки наилучшая у метода «Первый подходящий с упорядочиванием + ЛП» и «GRASP с ЛП» из [3]. Плотность упаковки объектов, полученная с помощью подхода, разработанного в данной работе, несколько ниже, однако при определенных параметрах точности он позволяет упаковать объекты быстрее.

Таблица 1. Сравнение эффективности алгоритмов для примеров №1-4.

Название алгоритма	1 пример		2 пример		3 пример		4 пример	
	C	T	C	T	C	T	C	T
Первоначальное решение Ю.Г.Стояна	17.7	0.6	19.7	1.2	19.0 3	2.9	20.5	4.3
Метод сужающихся окрестностей Ю.Г.Стояна	24.2	791.1	23.7	1979.2	24.5	5300	24.6	7406.6
Произвольный поиск Ю.Г.Стояна	21.7	791.1	23.7	1979.2	23.4	5300	23.8	7406.6
«Первый подходящий с упорядочиванием»	17.1	4.2	19.4	8.6	23.1	18.2	22.2	35.01
«Первый подходящий с упорядочиванием + ЛП»	22.8	506.8	22.9	1119.7	25.6	3127.4	25.9	4728.1
«Жадный метод»	15	23.2	18.5	62.6	17.9	203.3	18.6	375.3
«GRASP без ЛП»	19.3	318.2	21.7	736.2	20.5	2571.7	21.1	4102.5
«GRASP с ЛП»	24.5	1285.6	24.5	3184.9	24.1	8962	24.5	13315.3
Упаковка объектов в ДЛПИ R=0.5	14,2	11,02	18,7	79,1	18,4	125,2	20,2	179,3
Упаковка объектов в ДЛПИ R=1	19,5	202,5	22,3	510,7	23,8	830,7	23,6	1270,7

5 Заключение

В работе приведён подход к решению задачи упаковки сложных трёхмерных объектов в контейнер, основанный на построении годографа функции плотного размещения с использованием дискретно-логического представления



информации, позволяющий получать различные по времени и точности вычисления результаты. Плотность упаковки при увеличении степени дискретизации объектов приближается к общедоступным результатам. Также данные исследования показали фактическую независимость времени упаковки объектов от точности аппроксимации объектов полигонами, что оказывает значительное влияние на результат упаковки объектов в объектном пространстве. В дальнейшем предполагается проведение углубленного вычислительного эксперимента по исследованию эффективности применения различных методов оптимизации при реализации внешней (оптимизационной) и внутренней (геометрической) процедур.

Литература

1. Мухачева, Э.А. Модели и методы расчета раскроя-упаковки геометрических объектов / Э.А. Мухачева, М.А. Верхотуров, В.В. Мартынов.- Уфа: УГАТУ, 1998.-216 с.
2. Верхотурова, Г.Н. Об одном решении задачи плотной упаковки выпуклых многогранников на основе годографа функции плотного размещения / Г.Н. Верхотурова, М.А. Верхотуров, Р.Р. Ягудин //Журнал «Информационные системы и технологии». Сер. Математическое и компьютерное моделирование.- Орел: ОрелГТУ, 2012.- № 4.-С. 31-39.
3. Ягудин, Р.Р. Решение задачи оптимизации упаковки многогранников в параллелепипедную область на основе построения годографа вектор-функции плотного размещения / Р.Р. Ягудин // Научно-технические ведомости. С.-Петербург. гос. политех. ун-т. Сер. Системный анализ и управление.-СПб.: СПбГПУ, 2012. – №5 (157).-С.58-63.
4. Stoyan, Yu. Packing non-convex polytopes into a parallelepiped / Yu. Stoyan, N. Gil, G. Scheithauer, A. Pankratov.-Dresden: TU, 2004.-32с.-Preprint MATH-NM-06-2004.

В.Г. Литвинов, С.В. Востокин

ПРИМЕНЕНИЕ ТИПОВЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Введение

Роль высокопроизводительной вычислительной техники в области математического моделирования очень важна. Её применение позволяет сократить время решения задач моделирования, повысить размерность решаемых задач, а в некоторых случаях получать решения, которые принципиально невозможно получить на последовательной ЭВМ или аналитически.

Переход от численного метода к реализации программы для высокопроизводительных вычислений на данный момент остается самостоятельной научной и инженерной проблемой. Данная проблема выделена академиком Г.И.



Марчуком как фундаментальное научное направление, называемое «проблемой отображения».

Одним из методов решения проблемы отображения является повторное использование имеющихся типовых решений (шаблонов) для распараллеливания алгоритмов разного назначения. Метод берет начало в работах Э. Гамма, Р. Хелма, Р. Джонсона и Дж. Влссидеса. В области типовых решений для параллельного программирования известны работы отечественных и зарубежных ученых: М.И. Коула, С. Макдональда, Д. Шмидта, П.К. Берзигиярова, В.Э. Малышкина и других. Описано около двух десятков типовых решений в области параллельного программирования. Однако актуальной является задача разработки удобного описания типовых решений и конструирования программ на их основе, учитывая, что такие типовые решения должны быть языково-нейтральными.

В качестве важного приложения методов синтеза параллельных программ на базе типовых решений в работе исследованы методы построения интеллектуальных систем на базе нейронных сетей, предложенных С. Осовским, С. Хайкиным, А.Н. Горбанём, с целью разработки эффективных параллельных методов обучения гиперрадиальных нейронных сетей для решения задач прогнозирования.

Цель исследований состоит в разработке методов и моделей представления объектно-ориентированных типовых решений вычислительных процессов и синтезе на их основе параллельных алгоритмов, которые позволяют снизить трудоёмкость постановки численных экспериментов на высокопроизводительных вычислительных системах.

Содержание исследований

Приводится обзор актуальных проблем разработки параллельных программ. Рассматривается метод моделирования «Templet», предназначенный для описания типовых решений для распараллеливания численных алгоритмов, с использованием которого во второй главе выполнено построение моделей алгоритмов.

Рассматривается построение моделей типовых вычислительных процессов «портфель задач», «конвейер» и «метод переменных направлений» с использованием графического языка моделирования Templet.

Приводится обзор численных методов прогнозирования. На основании проведенного обзора, для решения задачи прогнозирования временного ряда, выбирается гиперрадиальная нейронная сеть. Для неё строится последовательный алгоритм обучения, затем по последовательному алгоритму и схеме «портфель задач» синтезируется параллельный алгоритм. Приводятся результаты численного моделирования.

Описываются программный комплекс численного моделирования на основе типовых решений; результаты его применения для решения различных задач численного моделирования (нелинейная динамика, моделирование световой волны, анализ многомерных динамических систем и процессов) с использованием суперкомпьютера «Сергей Королёв»; методика измерения трудоёмко-



сти кодирования и даются оценки её снижения при реализации параллельных численных методов с использованием типовых решений.

Основные выводы и результаты, полученные в работе

1. Построены модели типовых решений «портфель задач», «конвейер», «метод параллельных направлений» в объектно-ориентированной нотации Templet. Показано, что данная техника моделирования позволяет наглядно представить декомпозицию параллельного алгоритма на процедуры и обрабатываемые ими типы данных, а также представить протоколы взаимодействия процессов, абстрагируясь от конкретной реализации параллельного алгоритма.

2. Разработан последовательный алгоритм обучения гиперрадиальной нейронной сети. Продемонстрирована возможность оптимизации количества нейронов скрытого слоя в структуре нейронной сети, позволяющая сократить время вычисления без снижения точности прогноза.

3. Представлена методика синтеза параллельного алгоритма с использованием типового решения «портфель задач» для построения параллельной версии алгоритма обучения гиперрадиальной нейронной сети.

4. Получены результаты прогнозирования временных рядов в экономических задачах с использованием разработанных в диссертационной работе алгоритмов, численных методов обучения гиперрадиальной нейронной сети и комплекса программ численного моделирования на высокопроизводительных вычислительных системах. Результаты моделирования показали высокое качество прогноза.

5. Разработан и передан в эксплуатацию на суперкомпьютер «Сергей Королев» программный комплекс решения поисково-переборных задач с использованием типового решения «портфель задач».

6. Показано снижение трудоёмкости применения типового решения «портфель задач» при организации вычислительных экспериментов. Уменьшение объема ручного кодирования при разработке параллельных программ численного моделирования на рассмотренных в работе примерах составило 15-20 раз.

Основные результаты работы представлены в публикациях [1-3]. Исследования выполнены в рамках работ по проекту «Разработка комплекса технологий использования ресурсов суперкомпьютера «Сергей Королёв» в целях развития инновационной и научно-образовательной среды университета» (мероприятия 3.3 Программы развития национального исследовательского университета).

Результаты работы внедрены в научной деятельности факультета летательных аппаратов СГАУ и применялись при выполнении НИР для анализа многомерных динамических систем и процессов с использованием суперкомпьютера «Сергей Королёв» [4].

Литература

1. Программный комплекс параллельного программирования Graphplus templet [Текст] / С.В. Востокин, В.Г. Литвинов, А.Р. Хайрутдинов / Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия: Физ.-мат. науки. 2011. №4(25). С. 146-153.



2. Применение комплекса параллельного программирования Graphplus templet в моделировании [Текст] / С.В. Востокин, В.Г. Литвинов, А.Р. Хайрутдинов / Программные продукты и системы. 2012. №3(99). С.12-16.

3. Визуальное моделирование параллельных алгоритмов в процессно-ориентированной нотации Templet [Текст] / С.В. Востокин, В.Г. Литвинов, Д.Д. Макагонова, А.Р. Хайрутдинов / Параллельные вычисления и задачи управления: Тр. Шестой Международн. конф-ции. М.: ИПУ РАН, 2012. Том 1. С.260-269.

4. Востокин С.В., Дорошин А.В., Артамонов Ю.С., Назаров Ю.П. Программный комплекс анализа многомерных динамических систем и процессов на суперкомпьютере «Сергей Королёв» // Управление движением и навигация летательных аппаратов: сборник трудов XVI Всероссийского семинара по управлению движением и навигацией летательных аппаратов. - Самара: Издательство СНЦ РАН, 2013. - с.60-63.

М.Р. Богданов, А.В. Захаров, В.Ю. Горбунова

РАСПОЗНАВАНИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММ МЕТОДОМ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗА

(Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акумуллы)

Ключевые слова: Электрокардиограмма, THEW, вейвлет-анализ, диагностика сердечно-сосудистых заболеваний

Обоснование проекта. Сердечно-сосудистые заболевания являются одной из основных причин смертности и потери трудоспособности в развитых странах. Обычно врачи ставят диагноз, анализируя форму зубцов на электрокардиограмме. В работе предлагается распознавать электрокардиограммы методом вейвлет-анализа. Было разработано соответствующее программное обеспечение, пригодное для использования в качестве телемедицинского сервиса.

Методы. На наш взгляд, традиционные методы диагностики сердечно-сосудистых заболеваний имеют некоторые недостатки. В частности, современные электрокардиографы выдают относительно высокочастотные сигналы (200, 500 и даже 1000 Гц), в то время как врачи используют только сглаженные низкочастотные диаграммы. На наш взгляд при этом может теряться ценная информация. Для распознавания различных цифровых сигналов (звук, данные сейсмографов и т.д.) применяется вейвлет-анализ. Вейвлет – это функция, определенным образом характеризующая сигнал. В работе были использованы образцы электрокардиограмм (холтеровское мониторирование: 3 канала, 200 Гц, 24 часа), предоставленные Рочестерским университетом (штат Нью-Йорк, США). ECG-файлы имеют объем порядка 100 Мб и содержат три одномерных массива по 16-17 миллионов двухбайтовых целых чисел в каждом. Рочестерский университет является частью международного консорциума THEW (Telemedicine and Holter Electrocardiogram Warehouse). Консорциумом собрана



база данных есг-файлов и медицинских анамнезов объемом 14 терабайт. В нашей работе использовалось 60 Gb данных о 376 испытуемых (здоровые люди и пациенты с кардиологическими заболеваниями). Анамнез включает в себя 36 параметров состояния пациента, например, локализация инфаркта, данные о тромболитической терапии, артериальное давление, пол, возраст, рост, вес, курение и др.

ID	BETA_BI	DIGOXIN	DIURETIC	ACEINHIB	ANTIARRI	FIBRINLY	RACE	HEIGHT	WEIGHT	BP_SYST	BP_DIAST	SMOKING	HYPERTE	DIABETES	SVT	SYNCOPE	PRIOR_MI	AP	CHF	CPK	MI_LOCA	THROME	
1002	1	0	0	0	0	0	1	168	85	130	70	1	0	0	1	0	0	3	2				
1003	0	0	0	0	0	0	1	180	95	150	90	1	0	0	1	0	23.04.1992	1	2				
1004	0	0	0	0	0	0	1	173	74	100	50	1	0	0	0	0	09.07.1990	2					
1008	1	0	0	0	0	0	1	174	75	100	70	1	0	0	0	0	0	2					
1009	0	0	0	0	0	0	1	170	90	140	80	1	0	0	1	30.03.1990							
1011	0	0	0	0	1	0	1	172	90	90	70	1	0	0	1	0	05.10.1995	2	2				
1012	0	0	0	0	0	0	1	170	95	110	60	1	1	0	1	0	02.10.1992	2	1				
1015	0	0	0	0	0	0	1	165	86	120	70	1	0	2	0	0	05.08.1994						
1022	0	0	0	1	0	0	1	170	81	140	80	0	0	0	0	0	31.05.1992						
1025	1	0	0	0	0	0	1	166	80	120	85	0	1	0		14.07.1981	6						
1026	1	0	0	1	0	0	1	162	83	160	90	1	1	0		01.07.1990	6						
1028	1	0	0	0	0	0	1	161	60	130	70	1	0	0	1	1	24.09.1992	6					
1040	1	0	0	1	0	0	1	168	100	130	80	1	0	0		01.07.1995	2						
1051	0	0	1	1	0	0	1	161	68	160	80	1	1	0	0	0	01.07.1991		2			2	
1055	0	0	0	0	0	0	1	168	67	160	100	1	1	0		21.01.1993	2			635		2	
1057	0	0	0	0	1	0	1	177	87	130	80	1	0	0	0	0	11.09.1994				4813		4
2024	0	0	0	1	0	0	1	183	104	120	70	1	1	2	0	0	09.03.1988	2					

Рис. 1. Образцы анамнеза пациентов

Программное обеспечение. ПО было написано на языке C#. На первом этапе производится считывание ECG-файлов.



Рис. 2. Электрокардиограмма здорового человека

Затем выполняется детектирование сигнала для устранения избыточности и усиления характерных особенностей сигнала.

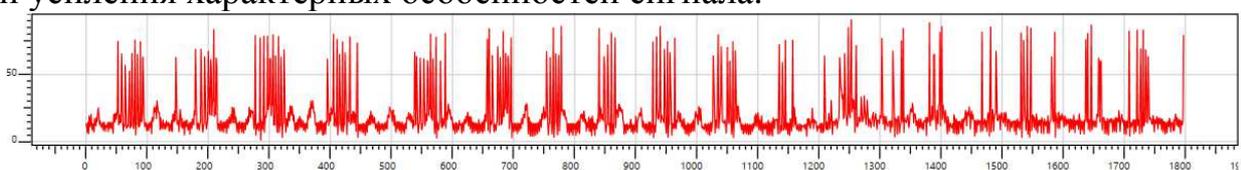


Рис. 3. Детектированный сигнал пациента с ишемической болезнью сердца



Далее, мы должны определить специфические области детектированного сигнала и выполнить операцию нормализации. Это делается для того, чтобы нивелировать влияние амплитуды сигнала на распознавание. Нормализованная область детектированного сигнала и является вейвлетом.

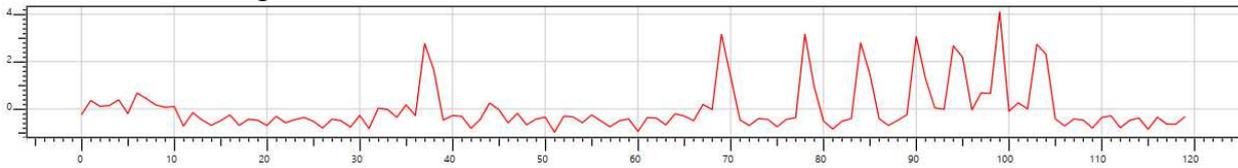


Рис. 4. Вейвлет пациента с ишемической болезнью сердца

В ходе распознавания детектирование сигнала осуществляется с той же рамкой детектирования, что и при создании вейвлетов. Шаг распознавания должен быть равен размеру вейвлета. Далее, мы определяем коэффициент корреляции между частью неизвестного сигнала и известным вейвлетом внутри шага распознавания. Найдя этот коэффициент, сдвигаем рамку распознавания на один шаг вправо и возобновляем процесс. Если значение любой из точек корреляционной кривой будет близко к единице, принимается решение об успешности распознавания (соответствия неизвестного сигнала известному вейвлету).

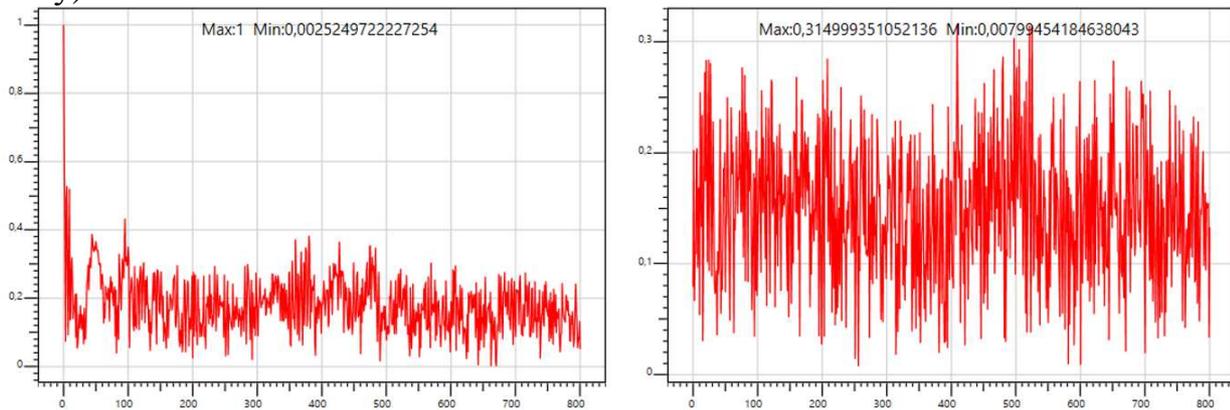


Рис. 5. Корреляционная функция между ЭКГ-сигналом ИБС (слева) и здорового человека (справа) с вейвлетом ИБС

Результаты: Было разработано программное обеспечение, способное диагностировать здоровое сердце на фоне инфарктов пяти типов и ишемической болезни сердца. Предложенный подход может быть использован в телемедицинских приложениях.

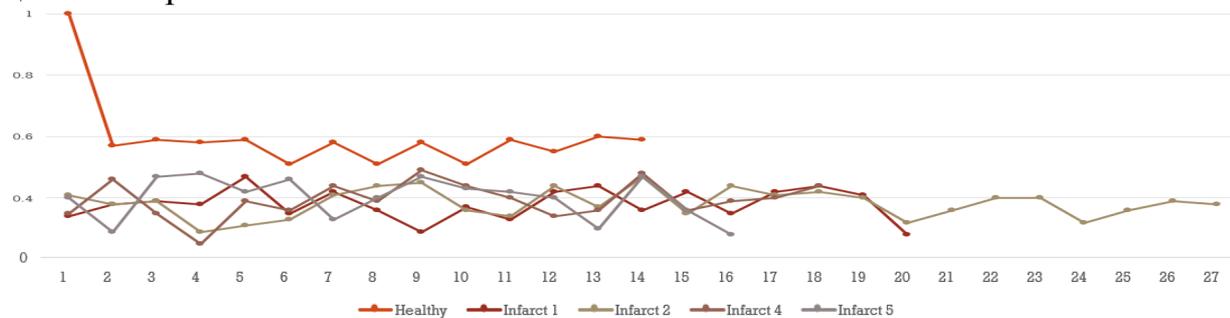


Рис. 6а. Распознавание здорового сердца на фоне инфарктов разного типа

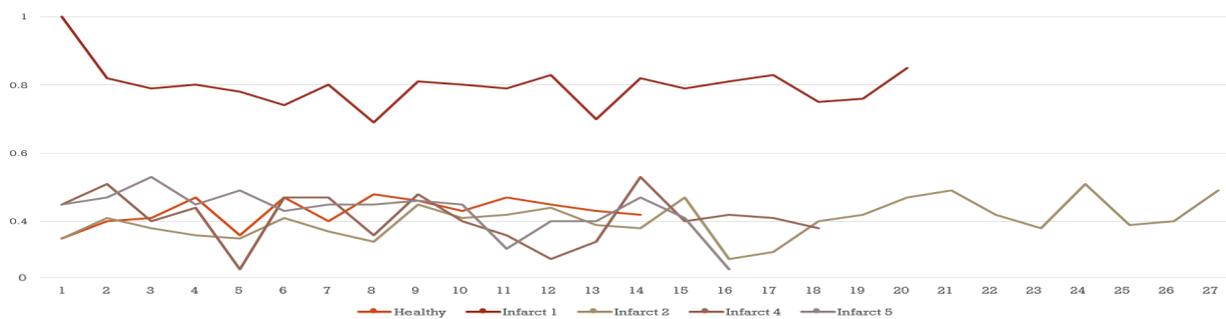


Рис. бб. Распознавание инфаркта типа I на фоне здорового сердца и др. инфарктов

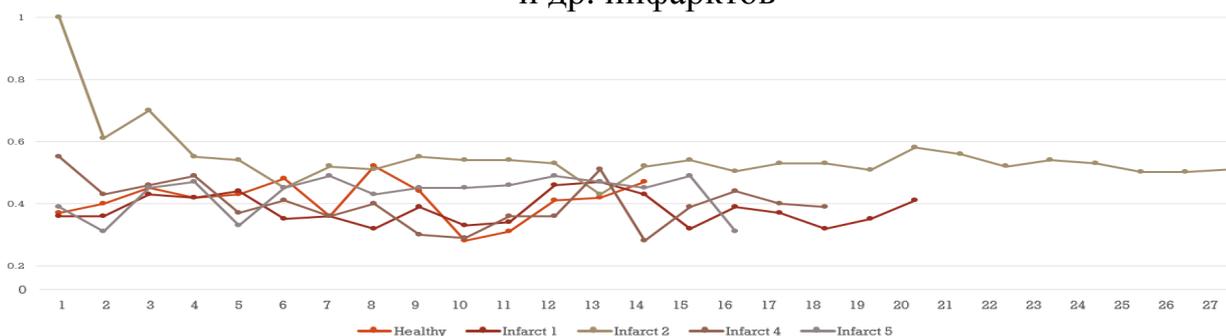


Рис. бв. Распознавание инфаркта типа II на фоне здорового сердца и др. инфарктов

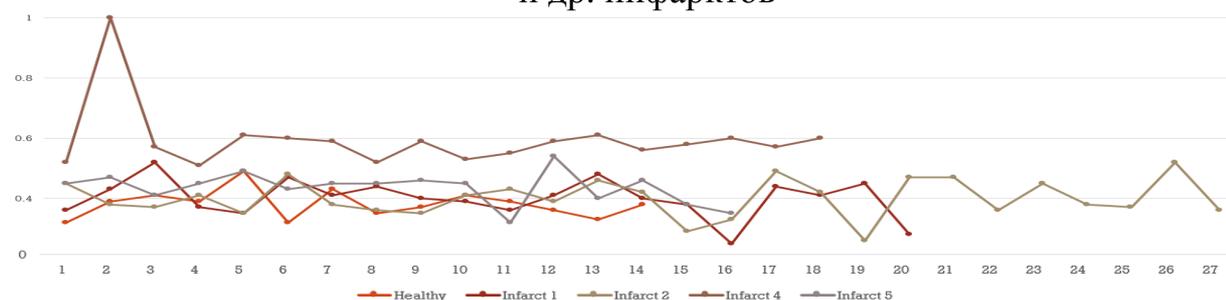


Рис. бг. Распознавание инфаркта типа IV на фоне здорового сердца и др. инфарктов

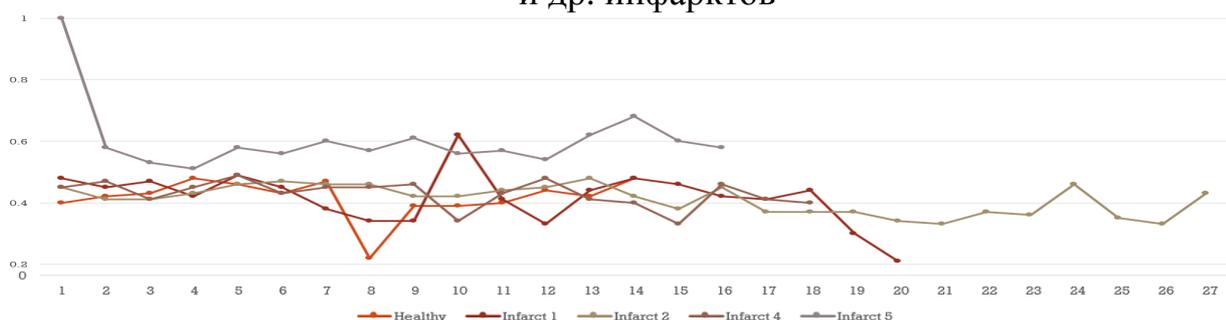


Рис. бд. Распознавание инфаркта типа V на фоне здорового сердца и др. инфарктов

Литература

1. <http://thew-project.org/database.html>
2. Bogdanov M.R. Zakharov A.V. Recognition of ECG with wavelet-analysis. 5th International Young Scientists School “Systems Biology and Bioinformatics”, SBB-2013. Novosibirsk, Academgorodok, 23-26 June 2013



Р.А. Ершов, О.А. Морозов, В.Р. Фидельман

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНО-ЭФФЕКТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ

(Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

В настоящее время высокую актуальность приобретают задачи обнаружения и позиционирования излучающего объекта в реальном масштабе времени методами пассивной пеленгации. Одним из наиболее распространенных методов определения местоположения источников излучения является разностно-дальномерный метод, требующей оценки взаимных временных задержек распространения сигнала многопозиционной синхронизированной во времени системой приемных устройств [1].

Задача определения взаимной временной задержки сигналов возникает также при решении ряда практических вопросов в различных областях прикладной физики: радиосвязь, радиолокация, гидролокация, сейсморазведка, дефектоскопия и т.д. Знание взаимной временной задержки позволяет определять положение источников излучения и получать информацию о структуре среды распространения сигналов.

Для повышения надёжности передачи информации и помехозащищённости в современных цифровых системах связи широкое применение находят сигналы с расширенным спектром. Расширение спектра может достигаться за счёт использования большого количества поднесущих в сигнале (OFDM-модуляция), перестройки рабочей частоты в полосе, включающей в себя набор частотных каналов (ППРЧ) [2].

Задача определения временной задержки Δt распространения обычно решается методами корреляционного анализа. В системах связи с подвижными объектами, в частности с использованием космического сегмента, применение корреляционных методов требует компенсации искажения (масштабирования) спектра сигнала, вызванного влиянием эффекта Доплера.

Наиболее общим при вычислении взаимной временной задержки сигналов является метод построения и анализа взаимной функции неопределённости опорного и исследуемого сигналов:

$$A(\Delta t, f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s_1(t) s_2^*(t - \Delta t) \exp(-j2\pi\Delta ft) dt \quad (1)$$

Для узкополосных сигналов положение главного максимума функции неопределённости соответствует взаимной временной задержке и доплеровскому сдвигу между сигналами. Однако для широкополосных сигналов функция неопределённости не позволяет точно компенсировать частотное смещение, поскольку сигналы каждого частотного канала характеризуются своим значением смещения несущей частоты.



Для обработки сигналов систем связи с технологией расширения спектра предлагается модифицировать алгоритм оценки взаимной временной задержки методом построения функции неопределённости.

Предлагаемый подход основан на разбиении принимаемых широкополосных сигналов на N частотных каналов при помощи алгоритма цифровой фильтрации сигналов и последующем вычислении сечений функций неопределённости различных частотных каналов. Поскольку набор несущих частот определяется протоколом конкретной системы связи и считается заранее известным, синтез цифровых фильтров, настроенных на каждую из возможных центральных частот, может быть произведен заранее. Для полученного набора сигналов можно применять алгоритм построения функции неопределённости, однако степень выраженности главного максимума, соответствующего взаимной временной задержке между сигналами и доплеровскому смещению в данном канале, будет низкой вследствие малой длины информационной части и достаточно высокого уровня шума. Для учёта всех частотных каналов предлагается вычисление функции неопределённости путем суммирования модулей функций неопределённости сигналов во всех частотных каналах.

Для повышения производительности предлагается реализовать алгоритм вычисления функции неопределённости с применением технологий параллельных вычислений на графических процессорах (GPU), как это предлагается в [3]. Вычисление функции неопределённости сводится к перемножению матриц, составленных из сигналов, и последующему выполнению преобразования Фурье. Данные операции могут быть эффективно распараллелены. Алгоритм позволяет в сотни раз ускорить процесс вычисления функции неопределённости. Задача цифровой фильтрации также может быть реализована с применением технологий параллельных вычислений на GPU. Выходной сигнал вычисляется на основе теоремы о свёртке:

$$y(t) = \mathfrak{F}^{-1}\{\mathfrak{F}\{s(t)\} \cdot \mathfrak{F}\{h(t)\}\}, \quad (2)$$

где \mathfrak{F} обозначает преобразование Фурье. Алгоритм заключается в вычислении Фурье образов входного сигнала и импульсной характеристики фильтра, последующем поэлементном перемножении этих образов и выполнении обратного Фурье-преобразования над полученным массивом. Алгоритм можно обобщить на случай многоканальной фильтрации сигнала набором фильтров. Использование графических процессоров позволяет вычислять выходные сигналы параллельно и независимо друг от друга.

Предложенный алгоритм позволяет оценивать взаимную временную задержку широкополосных сигналов в масштабе времени, близком к реальному.

Литература

1. Гришин Ю. П., Казаринов Ю. М., Ипатов П. В. Радиотехнические системы. – М.: Высш. шк., 1990. – 496 с.
2. Борисов В.И., Зинчук В.М., Лимарев А.Е. Помехозащищённость систем радиосвязи с расширением спектра методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты. – М.: Радиософт, 2008. – 512 с.



3. Логинов А.А., Марычев Д.С., Морозов О.А., Фидельман В.Р. Алгоритм вычисления функции неопределенности в задаче одновременной оценки частотно-временных характеристик сигналов. // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. №3 (27), 2013. – С. 62-73.

Д.А. Рыбаков

ПРИНЦИПЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

(EPAM Systems)

Приводится методика анализа проекта. Раскрывается роль диагностических параметров при оптимизации автоматизированной информационной системы.

Чтобы успешно оптимизировать производительность автоматизированной информационной системы (АИС) следует обратить внимание, что она является частью большего научно-технического или бизнес процесса, поэтому требуется подход, учитывающий место системы в общем контексте.

Диагностика проекта

Прежде всего рассмотрим как можно продиагностировать целостность проекта с использованием методики, приведенной в [1]. Этот простой инструмент анализа позволяет понять, почему проект претерпевает проблемы. Согласно этой методике удачному проекту присущи следующие характеристики: 1) Четкая и адекватная цель, которая описывает *для чего* проект был начат и в каких областях он улучшит жизнь заказчика и пользователей. 2) Проект основывается на принципах, позволяющих успешно осуществлять задуманную цель. 3) Имеются измеримые *показатели* и индикаторы успешности проекта. 4) Обеспечено *взаимодействие* с необходимым кругом людей и систем. 5) Получена необходимая *информация*. 6) Начато *исполнение* задач и реализация проекта. Подробности ниже.

Качество целей проекта может варьировать от выживания любой ценой до захватывающего инновационного творчества. В любом случае информационный проект связан с деятельностью или активностью человека, которую надо ускорить, сделать эффективной либо попросту создать. Это может быть бизнес процесс, научные исследования, обучение, учет, расчеты, работа с оборудованием и т.д. и т.п. Зачастую активность имеет часто повторяющуюся последовательность действий, которая и подлежит автоматизации. Деятельность должна быть формализована и зафиксирована в виде технического задания, математической модели или ясной договоренности между сторонами.

Из пункта №2 должно быть ясно как и за счет чего возможна автоматизация, какие могут быть альтернативы. К принципам построения информационной системы относятся такие, как открытость или закрытость, масштабируемость, соответствие стандартам, законам. Должны быть по-



няты способы доставки потребителю, понятен список платформ, методики работы и т.д. Ясность в этом пункте добавляет ясности во весь проект.

Согласно пункту №3 заказчик и пользователи должны знать, какая выгода или ускорение получаются в результате работы АИС, от чего они уйдут и к чему придут. Необходимо зафиксировать состояние организации до и после автоматизации - точки “А” и “Б”. В свою очередь исполнитель должен знать когда проект считается успешно законченным, чтобы требовать компенсации за труд.

Эффективность работы во многом зависит от стиля взаимодействия между заинтересованными сторонами. В многих реальных проектах поощряется неформальное творческое взаимодействие внутри команды с использованием современных видов связи. Пункт №4 также подразумевает и налаженное внешнее взаимодействие с лидерами отрасли, провайдерами подобных систем, службами технической поддержки и т.п.

Нельзя обойти пункт №5, подразумевающий полноту видения и сбор информации о заказчике, пользователях, выбранных средствах, членах команды и т.д. Если работа по всем пунктам проделана, то облегчается исполнение проекта: программирование, интеграция, тестирование, внедрение и т.д.

Чтобы проанализировать целостность проекта надо проанализировать все пункты, начиная шестого и оканчивая первым. Например, если ведется какая-то бурная деятельность, но результат и удовлетворение никак не достигаются, то необходимо проверить, вся ли информация получена или остались скрытые данные. После того, как информация была дополнена, то следует понять, со всеми ли людьми и системами были налажены отношения или кто-то остался вне поля зрения или даже саботирует. Если отношения налажены, а результат все равно не приходит, то требуется проверить наличие измеримых показателей. Возможно, руководство просто не может оценить ход проекта и принимать правильные решения. Далее следует проверить принципы, на которых строился проект и адекватность поставленной цели. Если в иерархии какой-то пункт неисправен, то обесмысливаются все нижестоящие пункты. А отсутствие цели обесмысливает всё сразу по принципу “кораблю, которому некуда плыть, ни один ветер не будет попутным”. Не мешает диагностика и всей деятельности по этой методике. После исправления найденных замечаний эффективность проекта значительно возрастает.

Оптимизация АИС

Если проект был удачным, а информационная система внедрена, то нагрузка на неё может возрасть до 60% в год [2] (рис.1). После определенного уровня нагрузки, система будет работать на пределе возможностей, а пользователи начнут получать раздражающие задержки. Оптимизм начинает таять, и со временем система перестанет удовлетворять заказчиков и пользователей.

Замедление возникает из-за ошибок, когда заказчик не предугадал ожидаемую нагрузку или не соблюдались технические условия или были предъявлены противоречивые требования к системе. Возможные пути ускорения:

- 1) Перенос на более мощное оборудование.
- 2) Оптимизация отдельных составляющих системы без изменения логики рабо-



ты.

3) Оптимизация бизнес-логики и алгоритмов.

При наличии средств закупается более мощное оборудование, что может заметно повысить производительность и продлить срок службы АИС. Дальнейшие действия заключаются в оптимизации отдельных частей системы без изменения логики бизнес-процесса с целью эффективного использования ресурсов. Для этого оптимизируются способы утилизации центрального процессора, памяти, системы ввода-вывода, сетевого взаимодействия, а так же времена ожиданий и блокировок. Например, переписываются SQL-запросы, реорганизуется хранилища данных, изменяется топология сети, расписание выполняемых задач и т.п. В результате этого программа начинает более эффективно эксплуатировать оборудование. Дальнейшая оптимизация заключается в глобальной переделке алгоритмов и логики работы, в переходе на специализированные технологии. Последний из подходов имеет наиболее сильный эффект

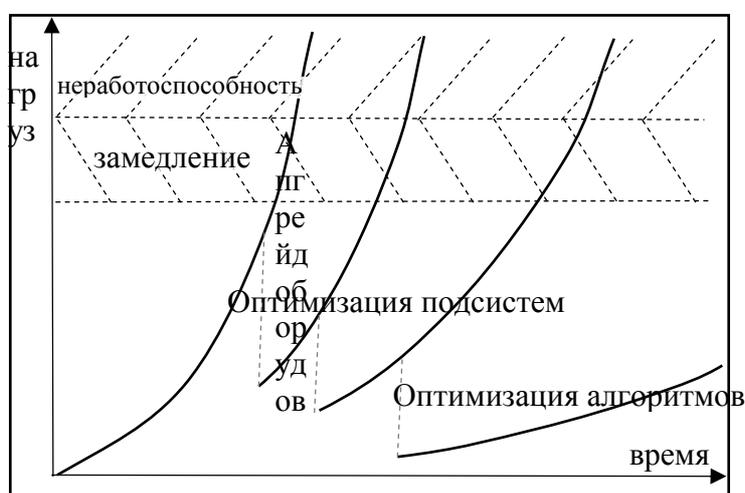


Рис. 1. Эффект от оптимизации АИС
(по материалам [2])

(рис.1).

К сожалению, для оптимизации часто используется метод повторяющихся проб и ошибок. Специалисты действуют только в рамках своей компетенции и не заглядывают в другие области в силу негибкой организации труда. Для диагностики используется общая суммарная информация о системе, которая столь же информативна, как средняя температура по больнице. Метод проб и

ошибок не приводит к гарантированному результату и не определен по времени и затратам. В результате после закупки нового оборудования значительная часть ресурсов будет расходоваться впустую. Оптимизироваться будут не те подсистемы и поэтому после блистательной оптимизации эффект для организации будет небольшим. Эксперты будут расходиться во мнениях относительно источника проблем и могут поссориться.

Все это является признаками неудачного проекта оптимизации, который можно проанализировать по приведенной в начале методике и прийти к выводу, что пункт №2 (выбор принципов оптимизации) является неэффективным. На помощь приходит так называемый метод «R», который рассматривает информационную систему как часть бизнес процесса или научно-технического процесса. Этот универсальная методика применима ко всем путям оптимизации и требует вполне посильного расширения компетенции специалиста. Суть метода «R» такова [3]: 1) Выберите пользовательские операции, которые требуют ускорения с точки зрения бизнеса. 2) Получите диагностические данные по



конкретной пользовательской операции или сессии. Данные должны достаточно подробными, что позволит диагностировать причины задержек. 3) Оптимизируйте операции, дающие наибольший выигрыш для бизнеса.

Для выбора пользовательской операции на первом этапе требуется взаимодействие с руководством заказчика и пользователями системы. Потребуется анализ бизнес процессов, чтобы выяснить какая область наиболее важна и испытывает задержки. Очевидно, что методика дает предсказуемый результат уже на ранних стадиях. Специалист по оптимизации будет наиболее убедителен, если выразит ожидаемый эффект в рублях. После того, как найдена область, требуется правильно собрать диагностические данные.

К диагностическим данным предъявляются особые требования. Информационная система должна уметь предоставлять подробные данные о ходе выполнения отдельной пользовательской операции или сессии. Из неё должны быть понятны: 1) загрузка процессоров; 2) интенсивность дисковых операций; 3) интенсивность сетевого взаимодействия; 4) наиболее повторяющиеся действия; 5) времена простоев, блокировок и ожиданий. Чем более подробная информация предоставляется, тем более точно можно произвести оптимизацию системы. В полученных диагностических данных следует найти именно те задержки, которые наиболее легко исправимы и дадут наибольший эффект. Если надо, то повторите процесс с начала. После оптимизации зафиксируйте прирост производительности для того, чтобы наглядно продемонстрировать эффект от оптимизации.

Отсюда следует вывод, что для того, чтобы АИС можно было эффективно оптимизировать, её надо проектировать так, что бы она предоставляла информацию об отдельных пользовательских операциях и сессиях. Следует выбирать базы данных или серверные платформы, которые дают возможности сбора информации об отдельной сессии или транзакции. При выборе языка программирования плюсом будет наличие готовых инструментов профилирования и подробного журналирования активности. Все накладные расходы компенсируется управляемостью проекта и возможностью эффективной оптимизации.

Литература

1. Ковалев, С.В. Маркетинг товаров и услуг [Текст]: материалы лекций / М.: 2012.
2. Романов, А. Эффективная работа с промышленными объёмами данных в OLTP системах [Текст]: материалы тренинга / СПб.: 2012.
3. Милсап, К. Oracle. Оптимизация производительности [Текст] / Милсап, К., Хольт, Д. – пер. с англ. – СПб: 2006 – 464 с. – ISBN 5-93286-078-2.



Д.Р. Шарипянова, О.В. Двойнина, А.Д. Ульбеков,
М.Е. Кременецкая, А.В. Иващенко

ПОСТРОЕНИЕ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ BIG DATA

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Непрерывный рост данных по всему миру приводит к проблеме их структурирования и обработки. Накопленная информация для многих организаций является важным активом, но время, затрачиваемое на поиск в огромных массивах данных, не оправданно растягивает процесс производства. Во многих отраслях необходимость внедрения технологий обработки больших данных отсутствует, поскольку для работы со структурированным потоком данных решение существует – это реляционная модель данных и системы управления БД, но при появлении огромного потока неструктурированных данных, прежние подходы не работают. Актуальность данной проблемы приводит к постоянно растущему интересу к технологиям класса BIG DATA. Рассмотрим возможность внедрения этих технологий в ЕИП предприятия.

Современные предприятия предъявляют достаточно высокие требования к единому информационному пространству, связанные с необходимостью обеспечения требуемого уровня качества, как выпускаемой продукции и, так и производственных процессов в целом, в условиях постоянного совершенствования производимой продукции, сокращения сроков проектно-конструкторских работ и применения современных методов оперативного планирования, основанных на актуальной информации.

Целью интеграции информационных ресурсов предприятия является обеспечение эффективного взаимодействия участников процесса проектирования, производства и управления предприятием, а также накопление данных, их распределение и качественная обработка с последующим составлением статистики на их основе.

При моделировании поведения проектируемой или анализируемой системы возникает необходимость не только представить процесс изменения ее состояний, но и детализировать особенности алгоритмической и логической реализации выполняемых системой операций. Традиционно для этой цели использовались блок-схемы или структурные схемы алгоритмов. Каждая такая схема акцентирует внимание на последовательности выполнения определенных действий или элементарных операций, которые в совокупности приводят к получению желаемого результата. Язык UML [8] одновременно является простым и мощным средством моделирования, который может быть эффективно использован для построения концептуальных, логических и графических моделей сложных систем самого различного целевого назначения.



Технология BIG DATA состоит из двух компонентов: это распределенная кластерная система и программный интерфейс. В основе работы этих технологий лежат три основных принципа. Во-первых, данные равномерно распределяются на внутренних дисках множества серверов. Во-вторых, не данные передаются программе обработки, а программа – к данным. Третий принцип – данные обрабатываются параллельно, причем эта возможность заложена архитектурно в программном интерфейсе. Таким образом, вместо привычной концепции «база данных + сервер» у нас имеется кластер из множества недорогих узлов, каждый из которых является и хранилищем, и обработчиком данных, а само понятие «база данных» отсутствует. Стоит отметить, что подобная система обладает двумя важными характеристиками. Во-первых, любой сколь угодно сложный анализ большого объема данных сводится к их обработке на локальных дисках сервера, поэтому максимально возможное время реакции известно заранее. Во-вторых, система масштабируется симметрично и линейно – при добавлении новых узлов возрастает и вычислительная мощность, и дисковая емкость – поэтому время обработки данных не зависит от их объема.

На производственных предприятиях согласно концепции CALS [1 – 3], единое информационное пространство предприятия должно включать в себя всю информацию, связанную с изделием и должно обеспечивать информационную поддержку всех этапов жизненного цикла продукции, то есть стать единственным достоверным источником актуальных данных.

Учитывая все этапы жизненного цикла продукции, можем составить требования к блокам схемы.

- Блок I. Требования к оформлению, обозначению, использованию и хранению документации предписаны ГОСТом и стандартами ЕСКД. 3D модели изделий должны содержать подробную информацию об изделии. Требования к виртуальной документации совпадают с требованиями к бумажной. Документация должна быть обеспечена необходимой защитой информации (электронные подписи, пароли).
- Блок II. В этом блоке происходит анализ процесса сборки деталей и сборочных единиц, также отслеживание хода проектирования каждой сборочной единицы и деталей для них. Также собираются статистические данные по событиям.
- Блок III. Workflow – это полная или частичная автоматизация бизнес-процесса, при которой документы, информация или задания передаются от одного участника (бизнес-процесса) к другому для выполнения действий согласно набору руководящих правил.

Таким образом, предлагается:

1. Выделить в едином информационном пространстве два новых уровня обработки информации (по аналогии с PDM и PLM): Product Configuration Management (PCM) и Product Event Management (PEM).
2. Реализовать в рамках уровня PEM функциональность по обработке больших данных.

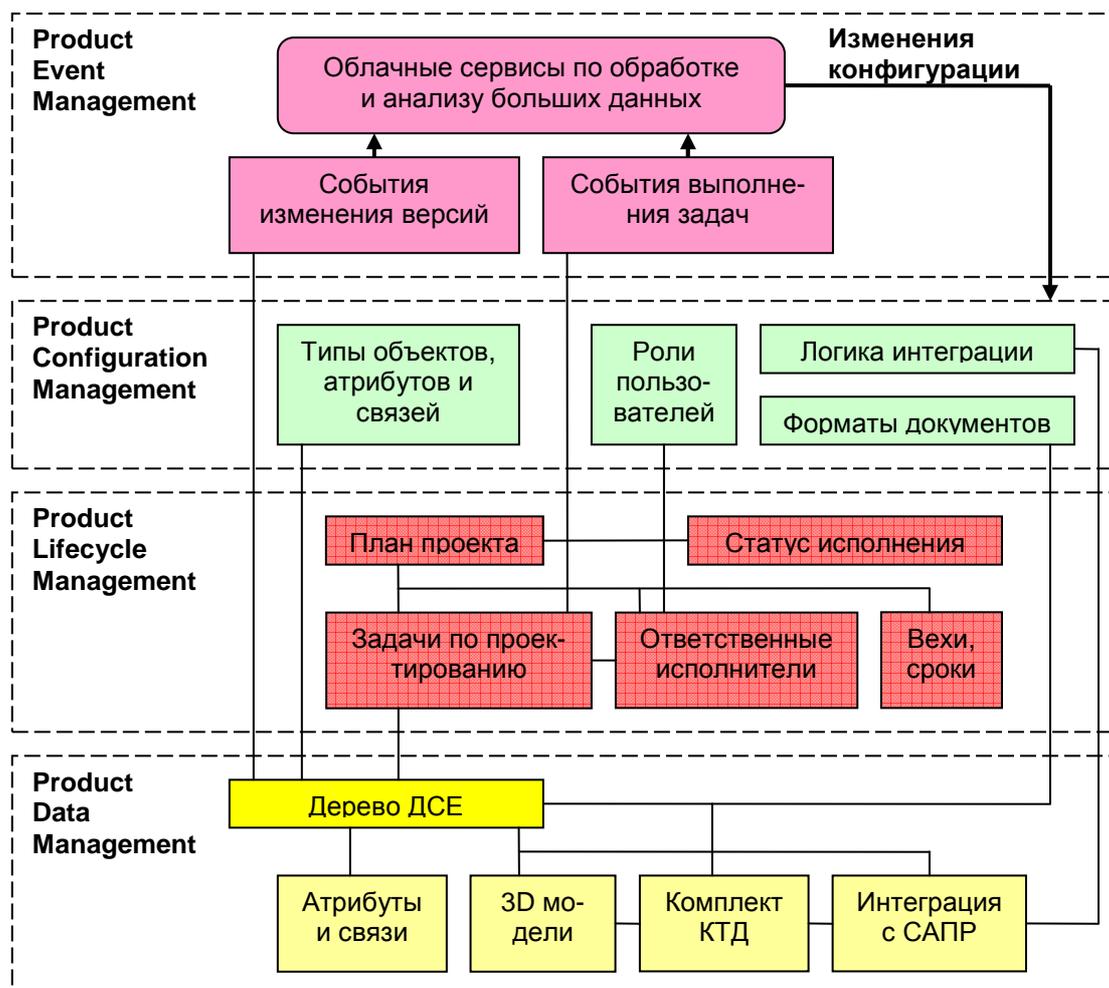


Рис. 1. Уровни представления данных в едином информационном пространстве научно-производственного предприятия

Таким образом, с внедрением технологий BIG DATA на предприятии одновременно решаются несколько задач: сокращение срока выпуска изделия за счет обеспечения быстрого поиска информации и уменьшения времени ее обработки; обеспечение быстрого обмена информацией между близко расположенными и территориально удаленными друг от друга филиалами и подразделениями. Это позволит обеспечить развитие единого информационного пространства, сохранение его соответствия реальным производственным процессам и повышение конкурентоспособности предприятия в целом.

Литература

1. Иващенко А.В., Митришкина М.Е. Проектно-производственная модель единого информационного пространства предприятия – Самара: Самарский научный центр РАН, 2006 – 152 с., ил.
2. Иващенко А.В. Управление согласованным взаимодействием пользователей интегрированной информационной среды предприятия / Самара: СНЦ РАН, 2011. – 100 с., ил.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

В.Г. Герасимова, А.А. Салмин

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ БОРТОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВИАЦИОННОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

(Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики)

Транспорт является связующим звеном в экономике любого государства и представляет собой единый комплекс, который охватывает все виды общественного производства, распределения и обмена.

Проблема данного исследования носит актуальный характер, так как безопасность движения самолетов на земле и в воздухе – это важнейший вопрос, касающийся не только транспортной и военной авиации, но также и частной.

В работе предлагается механизм оценки безопасности клиента авиакомпании на основе технологии Data Mining. Технология интеллектуального анализа данных поможет предсказать поведение клиента, а так же сделать вывод о его потенциальной опасности для авиакомпании.

Каждый клиент компании обладает уникальными личностными характеристиками: пол, место рождения, род деятельности и многое другое. Набор таких индивидуальных личностных характеристик или, так называемых, атрибутов для конкретного клиента формируют его «портрет», который позволит сделать определенные выводы относительно его предпочтений, а, следовательно, предугадать его поведение.

Технология Data Mining может не только подтвердить эмпирические наблюдения, но и построить новые, неизвестные ранее модели.

Современные компании уделяют большое внимание такому понятию, как «сегментация клиентов», заключающимся в аналитическом разделении всех клиентов на однородные группы, что в свою очередь можно отнести к методам Data Mining. В работе выделены четыре категории клиентов, каждая из которых подразумевает не только представление о клиенте компании, но и принцип взаимодействия с этим клиентом.

Для обработки данных в работе предлагается использовать такие программные продукты как: WizWhy и PolyAnalyst, являющиеся общепризнанными лидерами в области интеллектуального анализа данных.

WizWhy просматривает заданную базу данных и, собрав статистику, находит правила и закономерности, которым подчиняются сведения, собранные в базе.



С помощью системы PolyAnalyst получены закономерности в данных и «портрет» типичного клиента компании.

Результат интеллектуального анализа данных, хранящихся в системах авиакомпаний, позволит на основе статистических данных определить некоторый профиль клиента, что позволит сформировать новые выгодные как для клиента, так и для компании предложения, а также комплексную систему безопасности воздушного судна.

Литература

1. Правила международных перевозок пассажиров, багажа и грузов № 1./И, утвержденные Министром гражданской авиации от 3 января 1986 года
2. Бахвалов, Н. С. Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков – М., 1987. - 598 с.
3. Валеев, С.С. Отказоустойчивые системы управления сложными динамическими объектами с использованием искусственных нейронных сетей / С.С. Валеев, В.И. Васильев, Б.Г. Ильясов, Сун Жан-Гуо. Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2000 . - №1. - С. 32 - 35.
4. Васильев, В.И. Экспертные системы: Управление эксплуатацией сложных технических объектов: Учеб. пособие для вузов / В.И. Васильев, С.В. Жернаков; УГАТУ.-Уфа: Б.и., 2003.-106 с
5. Горлатых, С.В. Совершенствование средств и методов эксплуатации современных воздушных судов / С.В. Горлатых. Проблемы безопасности полетов. М.: ВИНТИ, 1988. №12. С.38-55.
6. Иванов, А.И. Нейросетевые алгоритмы биометрической идентификации личности/ А.И. Иванов. Кн. 15:Монография. М.:Радиотехника, 2004.-144 с.
7. Наземное обслуживание // Авиатранспортное обозрение. <http://www.ato.ru/content/razvitie-regionalnyh-perevozok-s-uchetom-socialno-ekonomicheskikh-zadach-v-rf>

О.Н. Донскова

ПРЕВЕНТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА МЕХАНИЗМОВ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SVD – РАЗЛОЖЕНИЯ

Информация о состоянии работающего оборудования с вращающимися узлами содержится, прежде всего, в сигнале вибрации. Поэтому анализ вибрации стал основой нового направления технической диагностики. Основными задачами превентивной диагностики является не только обнаружение, но и идентификация зарождающихся дефектов.

Предлагаемый алгоритм анализа параметров вибраций механизмов периодического действия заключается в следующем:

1. Одновременно регистрируются вибрации механизма и периодические сигналы о положении его рабочих органов.
2. Производится предварительная фильтрация сигналов для устранения случайных помех.



3. Определяется изменение периода рабочего цикла механизма.
4. Нормируется длина этого периода, и осуществляется преобразование исходного вибросигнала к нормированной длине периода.
5. Производится синхронное накопление вибросигнала.
6. Осуществляется SVD - разложение вибросигнала.
7. Выделяется низкочастотная и высокочастотная составляющие вибросигнала.

Алгоритм был апробирован для анализа вибраций двигателя ВАЗ 2108. Вибрации снимались с головки цилиндров в районе выпускных клапанов в течение 11 секунд и записывались на магнитофон. Одновременно регистрировались сигналы от датчика верхней мертвой точки (ДВМТ).

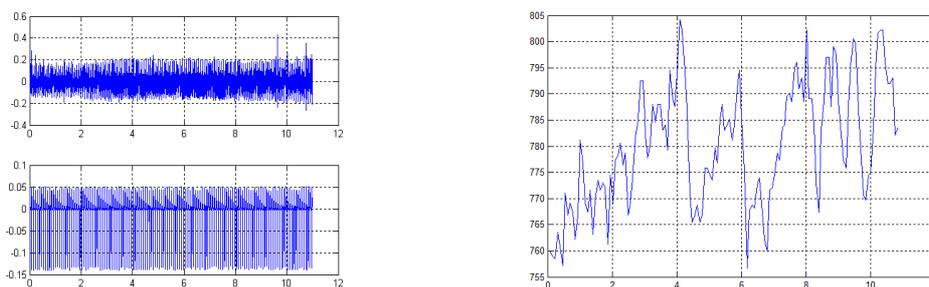
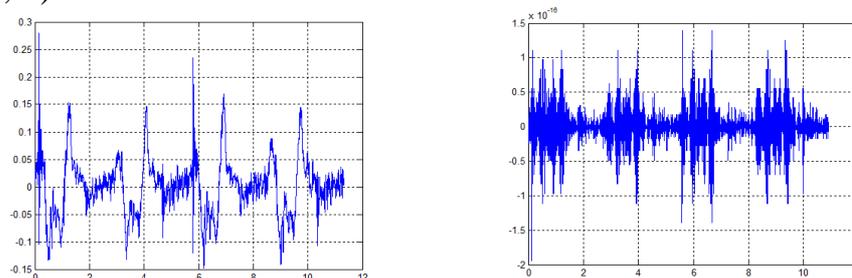


Рис. 1, 2

Для начала необходимо сформировать и обработать сигнал, поступающий с ДВМТ (рис. 1). Здесь следует обратить внимание на наличие ложных срабатываний датчика, причиной которых являются помехи в сигнале.

Следующим шагом является нахождение частоты вращения двигателя и построение ее характеристик. Частота вращения двигателя находится по данным о шаге дискретизации и данным обработанного сигнала ДВМТ (рис. 2). Далее, с помощью метода синхронного накопления необходимо отфильтровать сигнал вибрации от помех и шумов. Результаты фильтрации представлены на рисунке 3 а), б).



а) – отфильтрованный сигнал от 1 клапана б) – сигнал помех от 1 клапана

Рис. 3

С помощью вышеизложенного способа был исследован виброакустический сигнал от 1 клапана. Анализ виброакустических сигналов от 2, 3 и 4 клапанов проводится аналогично.

Как видно из рисунка 3 в отфильтрованном сигнале вибрации от 1 клапана есть несколько четко выраженных “максимумов”, которые повторяются с некоторой периодичностью (рис. 4). Это свидетельствует о том, что один из клапанов (впускной или выпускной) в 1 цилиндре стучит значительно сильнее



остальных. Т.к. ничего подобного в отфильтрованных сигналах вибрации от 2, 3 и 4 клапановмы не наблюдаем, то можно говорить о неправильной работе одного из двух клапанов (впускного или выпускного) в 1 цилиндре.

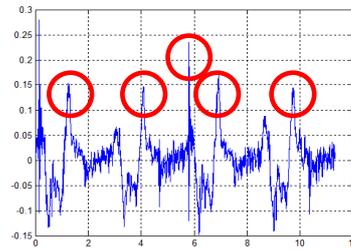


Рис. 4

Следующим этапом работы является выделение низкочастотной и высокочастотной составляющих отфильтрованного сигнала вибрации. Для этих целей был использован метод SVD-разложения (singular valuedecomposition – разложение по сингулярным числам матрицы). В основе этого метода лежит представление временного ряда в виде матрицы, которая затем раскладывается в сумму матриц с помощью сингулярного разложения, каждой из которых сопоставляется аддитивная составляющая исходного временного ряда. Таким образом, получаем разложение ряда в сумму составляющих, причём информация о каждой из них содержится в сингулярных числах и векторах. Рассмотрим этапы SVD-разложения.

1. Разложение.

Пусть $F = (f_0, \dots, f_{N-1})$ — одномерный вещественнозначный массив временной длины N . Выберем значение параметра L , так, чтобы $1 < L < N$. L назовём длиной окна. Результат работы алгоритма во многом зависит от значения L . L будем выбирать из диапазона $2 \leq L \leq N/2$. Примем $L=8$.

Построим по ряду F матрицу $X \in \mathbb{R}^{L \times K}$, $K = N - L + 1$, называемую траекторной матрицей ряда:

$$X = \begin{pmatrix} f_0 & f_1 & f_2 & \dots & f_{K-1} \\ f_1 & f_2 & f_3 & \dots & f_K \\ f_2 & f_3 & f_4 & \dots & f_{K+1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{L-1} & f_L & f_{L+1} & \dots & f_{N-1} \end{pmatrix}$$

Траекторная матрица ряда состоит из столбцов, представляющих собой отрезки ряда длиной L , взятые последовательно с единичным сдвигом. Сингулярное разложение является основой математической части метода. Результатом этого шага является сингулярное разложение траекторной матрицы ряда.

Пусть $S = XX^T$. Обозначим собственные числа матрицы S как $\lambda_1, \dots, \lambda_L$, а ортонормированную систему собственных векторов матрицы S , соответствующих собственным числам, через U_1, \dots, U_L .



Если обозначить $V_i = X^T U_i / \sqrt{\lambda_i}$ где, $i = 1 \dots L$, то сингулярное разложе-

ние матрицы X может быть записано как $X = X_1 + \dots + X_L$ где $X_i = \sqrt{\lambda_i} U_i V_i^T$. Каждая из матриц X_i имеет ранг 1, поэтому их можно назвать элементарными матрицами.

2. Восстановление

На этом шаге алгоритма каждая матрица сгруппированного разложения переводится в новый ряд x_i длины N . Представим траекторную матрицу в следующем виде:

$$X_i = X(i, j)^{L, K} = \begin{pmatrix} (a_i)_{11} & (b_i)_{12} & (c_i)_{13} & \dots & (d_i)_{1K} \\ (e_i)_{21} & (f_i)_{22} & (g_i)_{23} & \dots & (h_i)_{2K} \\ (j_i)_{31} & (k_i)_{32} & (e_i)_{33} & \dots & (m_i)_{3K} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (n_i)_{L1} & (o_i)_{L2} & (p_i)_{L3} & \dots & (q_i)_{LK} \end{pmatrix}$$

Тогда ряд, в который будет переведена матрица, будет иметь вид: $x_{oi} = (\frac{a_i}{1} \quad \frac{b_i+e_i}{2} \quad \frac{c_i+f_i+j_i}{3} \quad \dots \quad \frac{q_i}{1})$, где i – соответствующий номер матрицы и ряда. Элементами получившегося ряда x_i будут средние арифметические значения каждой диагонали матрицы X .

Процедура группировки суммирует все получившееся в предыдущем этапе ряды x_i по формуле: $x_s = \sum_{i=1}^L x_{oi}$

Таким образом, результатом этапа восстановления является воссоздание исходного ряда X из суммы аддитивных составляющих. Проведем идентификацию гармоник (рис. 5).

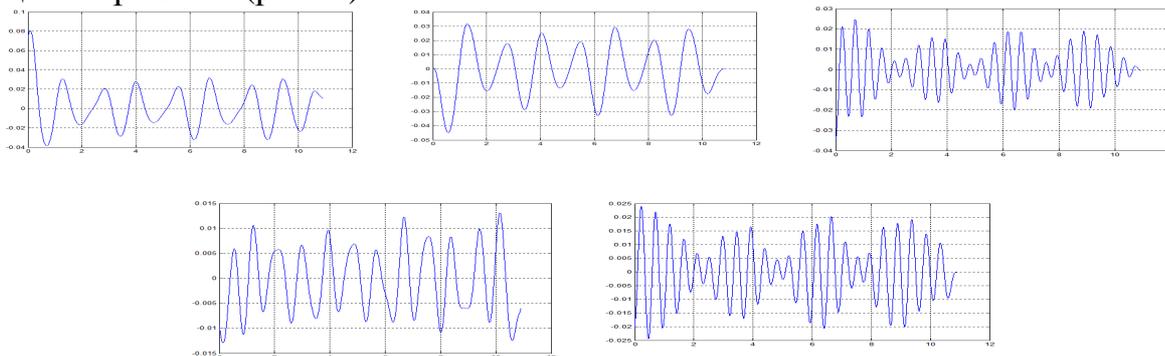


Рис. 5. Первый, второй, третий, четвертый и пятый собственные векторы

С первого по пятый собственные вектора обладают требуемой формой, т. к. похожи на гармонические ряды с равным периодом. Однако необходимые векторы гармонической формы с приблизительно равным периодом удобнее искать с помощью графика значимости собственных векторов (рис. 6). Как видно из графика, для описания сигнала достаточно просуммировать первые десять собственных векторов (рис.7) а остальными можно пренебречь т.к. они являются незначимыми.

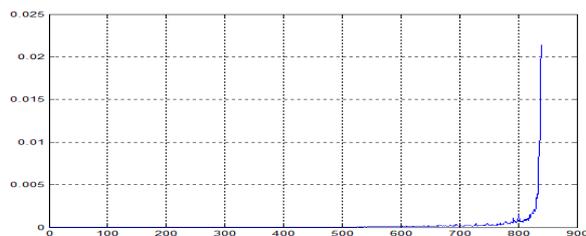


Рис. 6. График значимости векторов

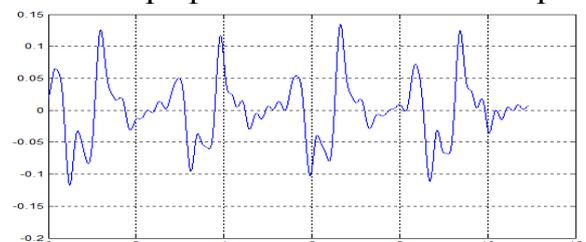


Рис. 7. Сумма первых 10 собственных векторов
(низкочастотная составляющая сигнала)

Для того чтобы выделить высокочастотную составляющую сигнала необходимо из исходного (отфильтрованного) сигнала вычесть низкочастотную составляющую (рис. 8).

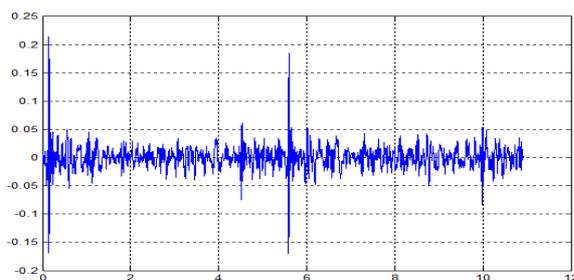


Рис. 8. Высокочастотная составляющая сигнала

Выводы

Анализ параметров вибраций механизмов периодического действия с использованием SVD – разложения имеет ряд преимуществ. По сравнению с гармоническим анализом SVD – разложение является более информативным за счет выделения низкочастотной и высокочастотной составляющих. Использование SVD-разложения не вносит фазовых искажений при фильтрации; позволяет выделить периодическую составляющую сигнала (при достаточном количестве данных) и трендовую составляющую сигнала, что дает возможность прогнозирования; позволяет выделить низкочастотную и высокочастотную составляющие сигнала с очень высокой точностью, без искажений сигнала.

А.В. Захаров, М.Р. Богданов, Р.Ф. Маликов

К ТЕОРИИ ПРЕСЛЕДОВАНИЯ

(Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акумуллы)

Аннотация

В работе предложен критерий выбора закона движения преследования и получено соответствующее дифференциальное уравнение. Проведено исследо-



вание режимов преследования на основе полученного уравнения в ряде конкретных случаев. Рассмотрены варианты управления движением на основе полученных уравнений при использовании систем ГЛОНАСС и GPS.

Введение

Точность позиционирования в системах ГЛОНАСС и GPS постоянно улучшается. Что открывает новые области применения данных космических навигационных систем. Одна из возможностей повышения точности позиционирования Глонасс/GPS предложена в нашей работе [1]. Становится возможным не только контролировать движение средств перевозки, но и управлять их движением. Для этого необходимо решать задачу управления движением, а именно задачу преследования. Она понимается как поиск оптимальных траекторий и в более конкретном случае как поиск оптимальных законов движения, возвращающих тело на заданный закон движения от первоначально отклонившегося закона движения. В случае применения систем ГЛОНАСС/GPS, последние указывают истинные, с определенными погрешностями, положения $q_i(t)$ и скорости $u_i(t)$ движущегося тела, а требуется перейти к заданному закону движения $Q_i(t)$, $i=1..3$. Задача преследования, как частный случай управления движением, находит оптимальный закон движения преследования $x_i(t)$ среди многочисленных возможных, такой что за конечное время τ осуществляется предельный переход

$$\lim_{t \rightarrow (t_1 + \tau)} (q_i(t) + x_i(t)) = Q_i(t_1 + \tau) \quad (1)$$

Такая постановка выделяет первый класс задач преследования, когда требуется совпадения только места. В более жестком условии накладывается требование совпадения и места и скоростей

$$\lim_{t \rightarrow (t_1 + \tau)} (\dot{q}_i(t) + \dot{x}_i(t)) = \dot{Q}_i(t_1 + \tau) \quad (2)$$

Выполнение одновременно двух предельных соотношений (1) и (2) выделяет второй класс задач преследования. В том и другом случае задача преследования не ограничивается поиском закона движения $x_i(t)$, а вместе с ним требуется найти управляющие функции рулей поворота $a(t)$ и функции ускорения и торможения $c(t)$.

В такой постановке задача преследования не удовлетворяется дискретной последовательностью принятия управляющих команд через малые промежутки времени, направленные на приближение мест истинного движения и заданного и на выравнивание истинных и заданных скоростей по величине и направлению. Оптимальными законами движения преследования могут оказаться движения в течении конечного промежутка времени, которые на первых этапах траектории удаляют преследуемое тело и преследователя. Как в случае первоначально противоположных скоростей движения.

В случае систем ГЛОНАСС/GPS определяется интервал сеансов связи приемника со спутниковой системой Δt . Но время преследования τ может оказаться как больше, так и меньше Δt . Определить время преследования является так же одной из ключевых задач преследования. Если время между сеансами



связи окажется меньше времени преследования $\Delta t < \tau$, то каждый сеанс связи даст коррекцию конечной траектории преследования, времени преследования и управляющих сигналов. При этом последовательность должна быть сходящейся в смысле условий (1) и (2). Необходимо попасть в цель или состыковаться по сложной траектории за конечный промежуток времени.

1. Критерий оптимальности и уравнение преследования

Существует бесконечное множество траекторий и законов движения преследования. Требуется установить ряд условий - критериев, ограничивающих произвол выбора до совершенно конкретных законов движения. Среди таких условий необходимо выбрать требования технической осуществимости закона движения, минимальности времени преследования, минимальности траектории преследования, и минимальности управления преследования. Эти требования кажутся очевидными, но они не могут быть первыми, так как резко снижают произвол выбора траекторий и закона преследования. В качестве первого критерия мы выбираем условие минимальности интегральной кривизны траектории перехода, так как кривизна траектории выражается в центробежном ускорении, управлении движением и в наименьшей длине траектории перехода. Но вместе с тем оставляет широкий выбор, из которого можно выбирать законы движения, удовлетворяющие всем из перечисленных условий. Очевидно, что порядок выдвигания условий не коммутативен. Так требование минимальности расстояния между двумя точками сразу выбирает единственную прямую линию с нулевой кривизной. Но она не удовлетворяет условию (2) в общем случае.

Потребуем, что бы функционал $S = \int_{t_1}^{t_1 + \Delta t} \sigma u(t) dt$ на оптимальных траекториях преследования принимал наименьшее значение.

Здесь $u(t) = \sqrt{x(t)^2 + y(t)^2 + z(t)^2}$ - модуль скорости преследования,

$\sigma = \frac{\sqrt{x(t)^2 + y(t)^2 + z(t)^2} - u(t)^2}{u(t)^2}$ - кривизна траектории.

Требование минимальности функционала S приводит к системе уравнений, которая сводится к одному:

$$\ddot{x}(t)\dot{y}(t)\dot{z}(t) - \ddot{x}(t)\dot{z}(t)\dot{y}(t) - \dot{x}(t)\ddot{y}(t)\dot{z}(t) + \dot{x}(t)\dot{z}(t)\ddot{y}(t) + \dot{x}(t)\ddot{y}(t)\dot{z}(t) - \dot{x}(t)\dot{z}(t)\ddot{y}(t) = 0 \quad (3)$$

что означает линейную зависимость векторов скорости, ускорения и ускорения ускорения:

$$a_1(t) \begin{bmatrix} \ddot{x}(t) \\ \ddot{y}(t) \\ \ddot{z}(t) \end{bmatrix} = a(t) \cdot \begin{bmatrix} \dot{x}(t) \\ \dot{y}(t) \\ \dot{z}(t) \end{bmatrix} + b(t) \cdot \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{bmatrix} \quad (4)$$

Уравнение (4) представляет собой общий вид линейных однородных дифференциальных уравнений второго порядка относительно компонент вектора скорости преследователя.

Оно имеет два фундаментальных решения относительно вектора скорости, что приводит к плоскому движению. В частном случае $a_1(t)=0$ порядок уравнения понижается, траектория становится прямолинейной и при $a(t)=0$ движение становится инерциальным. Не умаляя общности, можно считать



$a_j(t)=1$. В качестве плоскости преследования можно выбирать плоскость, проходящую через радиус вектор, соединяющий преследователя в момент начала преследования и преследуемое тело в момент завершения преследования и выполнения условия (1), и вектор скорости преследователя в момент начала преследования. Плоскость преследования может меняться при корректировке преследования. Иногда последовательность корректировок позволяет выполняться и условию (2), но не в общем случае класса траекторий преследования, удовлетворяющих уравнению (4).

Произвольные коэффициенты уравнения связаны с управляющими сигналами и подлежат определению. Если в обратных задачах их определяют по заданным интегралам движения, то в задачах преследования они определяются совместно с законами движения.

В формуле (4) полное ускорение $w(t) = \begin{bmatrix} \dot{x}(t) \\ \dot{y}(t) \\ \dot{z}(t) \end{bmatrix}$ можно разложить на тангенциальное $w_T(t) = \left(\frac{\dot{x}(t)\dot{x}(t) + \dot{y}(t)\dot{y}(t) + \dot{z}(t)\dot{z}(t)}{\dot{x}(t)^2 + \dot{y}(t)^2 + \dot{z}(t)^2} \right) \cdot \begin{bmatrix} \dot{x}(t) \\ \dot{y}(t) \\ \dot{z}(t) \end{bmatrix}$ и центростремительное $w_C(t) = \begin{bmatrix} \ddot{x}(t) \\ \ddot{y}(t) \\ \ddot{z}(t) \end{bmatrix} - \left(\frac{\dot{x}(t)\dot{x}(t) + \dot{y}(t)\dot{y}(t) + \dot{z}(t)\dot{z}(t)}{\dot{x}(t)^2 + \dot{y}(t)^2 + \dot{z}(t)^2} \right) \cdot \begin{bmatrix} \dot{x}(t) \\ \dot{y}(t) \\ \dot{z}(t) \end{bmatrix}$

Тогда коэффициенты $a(t)$, $c(t)$ в формуле

$$W(t) = a(t) \cdot w_C(t) + c(t) \cdot w_T(t) \quad (5)$$

становятся ортогональными координатами вектора ускорения, а физически - командами управления: $c(t)$ - газ или тормоз, $a(t)$ - рули поворота. Они находятся как

$$a(t) = \frac{(w(t) \cdot w_C(t))}{|w_C(t)|^2}, \quad c(t) = \frac{(w(t) \cdot w_T(t))}{|w_T(t)|^2} \quad (6)$$

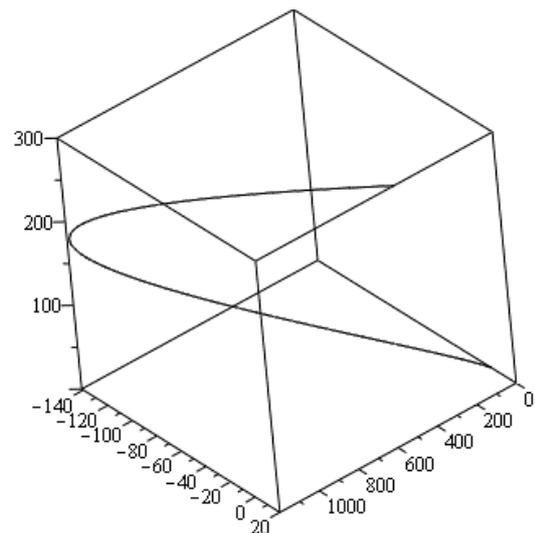
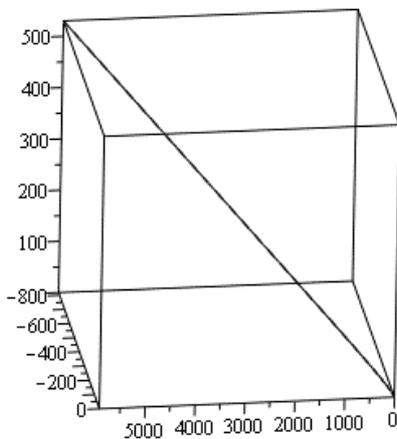


Рис.1. а Траектория преследования как линия минимальной кривизны, б - кубическая зависимость



Траектории преследования, удовлетворяющие условию минимальной кривизны, могут значительно отличаться от кусочно-квадратичных или кубичных по времени законов движения. Что может оказаться решающим фактором в решении задач преследования, если ее упрощать до кусочно-квадратичных или кубичных зависимостей. Сказанное иллюстрирует, например, рисунок 1.

Литература

1. Захаров А.В., Богданов М.Р., Мухаметьянов А.Р. Аналитический метод решения задачи позиционирования. УДК 004.043 Информационные технологии № 8, 2012г.С. 63-65.

А.В. Иващенко, Д.Г. Пейсахович

УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЕЙ В ЕДИНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПОСРЕДНИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТНОГО ОПЕРАТОРА

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Современное развитие информационно-коммуникационных технологий позволяет существенно повысить качество планирования и контроля исполнения заказов на перевозку грузов наземным транспортом. Оснащение водителей грузовых транспортных средств устройствами спутниковой навигации и терминалами с выходом в Интернет обеспечивает техническую возможность информационного взаимодействия с диспетчерами в режиме реального времени, что определяет новые требования к интеллектуальным системам планирования транспортных ресурсов.

В настоящее время в транспортной логистике становится популярной концепция посреднического транспортного оператора (Fifth Party Logistics, 5PL), суть которой состоит в организации логистического аутсорсинга за счет использования глобального информационного пространства [1]. Деятельность 5PL посреднического оператора основана на использовании комплекса современных информационно-коммуникационных технологий, которые позволяют вести базу данных грузоотправителей, грузополучателей и транспортных компаний, осуществлять планирование перевозок, диспетчеризацию и мониторинг исполнения заказов. Таким образом, 5PL оператор управляет в основном потоками информации о заказах, ресурсах, планах и фактическом состоянии транспортной сети.

В связи с этим, актуальной является задача разработки новых методов распределения сторонних транспортных ресурсов, основанных на информационном управлении виртуальным взаимодействием контрагентов в едином информационном пространстве.

Автоматизация оператора 5PL имеет ряд особенностей, обусловленных специфическими требованиями к возможностям программных сервисов. Одна



из них заключается в неопределенности состава ресурсов, доступных для выполнения постоянно пополняющегося потока заказов и связанная с ней необходимость привлечения в основном сторонних перевозчиков.

Совместное функционирование группы транспортных компаний, часть из которых является экспедиторами и передает исполнение заказов подрядчикам, а другая часть пользуется услугами оператора 5PL эпизодически в случае недогрузки ресурсов собственными заказами, не позволяет на этапе планирования однозначно определить перечень доступных ресурсов и возможности по их загрузке. С другой стороны, решения по назначению заказов должны согласовываться с конечными исполнителями.

При этом классические методы оптимизации транспортной логистики рассматривают исполнителей как собственные ресурсы, что противоречит принципам работы посреднического оператора, не обладающего своим флотом. Данная особенность не позволяет применять классические алгоритмы планирования и управления транспортом, в связи с чем, актуальной является задача применения современных принципов информационного управления для распределения транспортных ресурсов с учетом фактора времени.

Результаты системного анализа существующих решений по управлению транспортными ресурсами, проведенного с учетом указанных факторов, приведены на рис. 1.

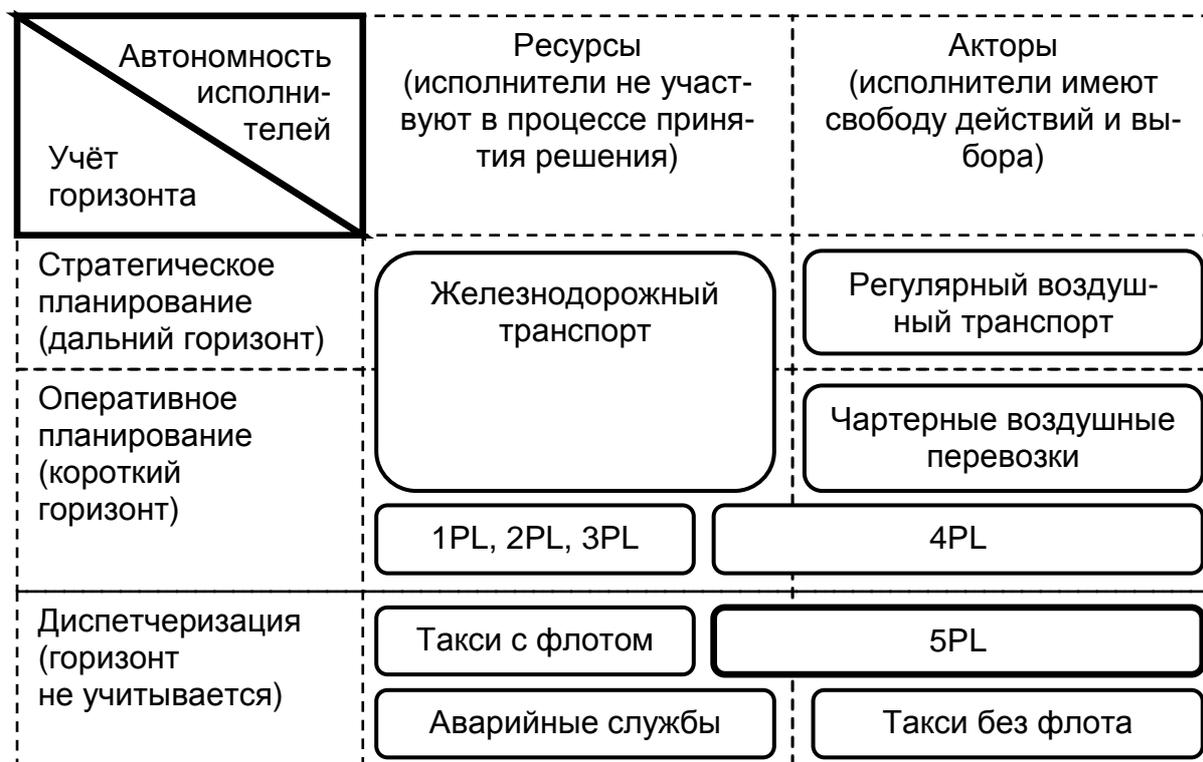


Рис. 1. Классификация задач транспортной логистики

Специфика деятельности оператора 5PL не позволяет строить согласованное расписание на всем горизонте планирования. В связи с этим, задаче управления флотом посреднического оператора 5PL соответствует модель диспетчеризации, которая предусматривает распределение транспортных заказов



между имеющимися ресурсами в режиме реального времени. Цели эффективной диспетчеризации включают обеспечение согласованной работы за счёт равномерности, непрерывности, ритмичности и экономичности выполнения процессов транспортной логистики.\

Для решения поставленной задачи предлагаются методы баланса показателей деятельности посреднического транспортного логистического оператора по организации взаимодействия участников логистической цепи поставок в едином информационном пространстве [2, 3].

Данные методы предназначены для решения задачи интерактивной диспетчеризации и обеспечения баланса критериев эффективности путем реализации информационного управления действиями акторов со стороны оператора 5PL и основаны на реализации оверлейной транспортной сети. Данный подход широко применяется при организации обмена информацией в пиринговых сетях связи. При этом оверлейной сетью называют виртуальную сеть, структура которой отличается от реальной коммуникационной сети, на базе которой эта оверлейная сеть функционирует.

Информация об оверлейной сети становится доступна акторам, участвующим во взаимодействии (см. Рис. 2). Отметим, что для разных групп акторов могут быть построены отличающиеся оверлейные сети. Таким образом, обеспечивается информационное управление их взаимодействием, целью которого является сохранение требуемой ритмичности потребления заказов.

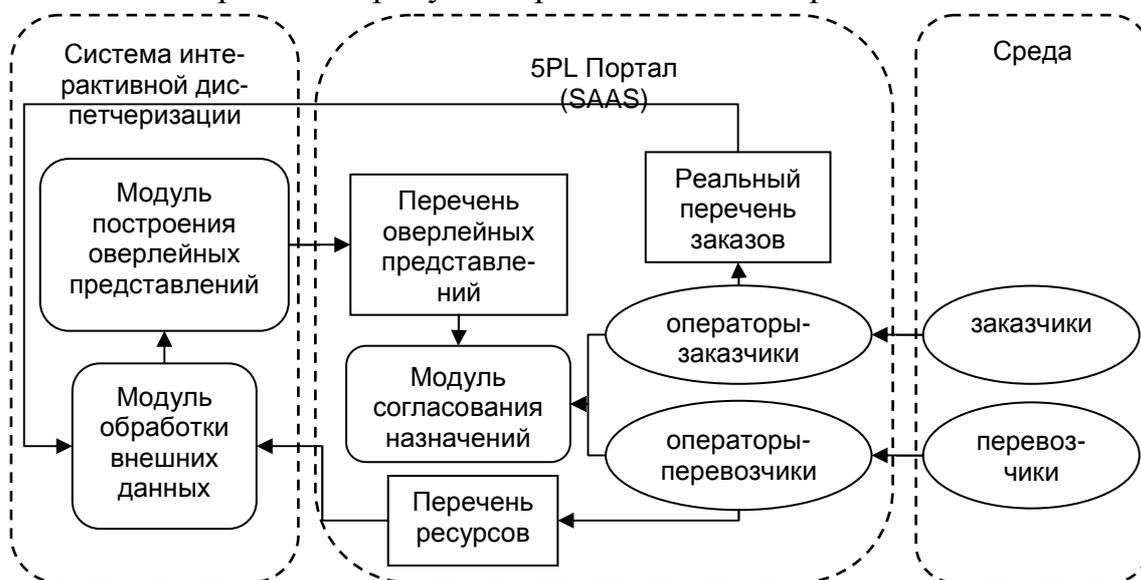


Рис. 2. Схема интерактивной диспетчеризации

Оверлейная сеть может быть использована как для реализации одного из классических методов решения задачи диспетчеризации, так и для формирования информационного представления актору, который осуществляет выбор решения самостоятельно.

Литература

1. Hickson, A., Supply chain intermediaries study / A. Hickson, B. Wirth, G. Morales, University of Manitoba Transport Institute, 2008. – 56 p.



2. Иващенко, А.В., Метод кондиционального управления взаимодействием в мультиагентной среде // Системы управления и информационные технологии, 2013. – № 1. – с. 39 – 43

3. Иващенко А.В., Пейсахович Д.Г. Проактивная диспетчеризация ресурсов транспортного оператора 5PL // Интеллект. Инновации. Инвестиции, 2013. – № 3. – с. 153 – 158

А.М. Косолапов, В.А. Павлов, А.Е. Кочетков

СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ СБОРА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Основные объемы перевозок на железнодорожном транспорте России осуществляются на электротяге по железным дорогам, электрифицированных по системе постоянного и переменного тока. Доля работы, выполняемой железнодорожным транспортом на электротяге, составляет 83 – 84% от общего объема перевозок. В разные годы на тягу поездов расходовалось свыше 40 млрд. кВтч в год, что составляет до 82% от общего объема электропотребления, затраты на приобретение энергоресурсов ОАО «РЖД» достигают примерно 12% себестоимости перевозок.

В связи со значительными финансовыми затратами, расходуемыми на приобретение энергоресурсов, актуальной является задача разработки информационной системы для управления энергетическими ресурсами, направленной на оптимизацию их приобретения, распределения и расходования. Важным этапом создания данной системы является разработка систем прогнозирования и учета потребления энергоресурсов.

В условиях покупки электроэнергии эффективность работы системы определяется как точностью прогнозирования предстоящих процессов электропотребления, так и качеством технологий управления фактического электропотребления в соответствии с расчетным.

В качестве технологических средств целесообразно использовать корпоративную информационную систему управления потреблением электроэнергии, в структуру которой интегрированы: система сбора информации, прогнозирования потребления электроэнергии на оптовом и региональном рынке электроэнергии и система управления потреблением электроэнергии.

К настоящему времени методология и информационно – технологическое сопровождение информационных систем при прогнозировании потребностей в объемах тягового электропотребления строится только на базе информации автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ).

Отсутствие в технологии методов идентификации эксплуатационных факторов, дестабилизирующих отклонение фактического и расчетного электропотребления, методов учета ограничений режимов электроснабжения тяги по-



ездов и методов оценки, возникающих при этом финансовых издержек, может приводить к существенным финансовым потерям компании при покупке электроэнергии.

Таким образом, становится актуальным решение проблемы повышения качества прогнозирования и управления тяговым электропотреблением на иерархически структурированных подразделениях сети железных дорог посредством совершенствования структуры известных информационно – управляющих систем и разработки методов сбора информации, прогнозирования и управления с расширенными функциональными возможностями.

Из публикаций последних лет известны системы прогнозирования потребления электроэнергии, основанные на следующих методах и моделях:

- математической модели оптимального прогнозирования процессов электропотребления тяги поездов, на основе рекуррентных выражений формирующих матрицы переходов системы от текущего к прогнозному состоянию;
- методике и модели многомерного статистического идентификационного прогнозирования электропотребления на долгосрочный и краткосрочный периоды, обеспечивающей сокращение погрешности прогнозирования расходов до уровня $\pm 2,5\%$ на основании ранжированного учета показателей перевозочного процесса и показателей использования подвижного состава;
- методе и математической модели динамического, идентификационного прогнозирования электропотребления на базе интегрального корреляционного уравнения Винера – Хопфа, обеспечивающей сокращение отклонений электропотребления от статистически устойчивых уровней;
- идентификационной модели системы тягового электроснабжения, позволяющей адаптировать результаты расчетов параметров СТЭ в соответствии с измеряемыми показателями электропотребления и дислокации поездов, повысить точность прогнозирования по сравнению с известными аналогами, формировать график движения поездов по условиям прогнозного электропотребления с учетом ограничений по нагрузочной способности СТЭ.

Результаты анализа реального среднесуточного и месячного потребления электроэнергии подвижным электротранспортом в настоящее время показывают, что отклонение потребления электроэнергии может составлять до 20% от расчетных значений.

Следовательно, повышенное внимание разработчиков методов и моделей, ориентированных на оптимизацию и повышение точности прогнозирования в большинстве случаев не оправдано, так как приводит к усложнению моделей и алгоритмов обработки информации.

На основе обработки экспериментальных данных и расчетов показано, что более важным при разработке моделей и алгоритмов обработки информации для информационных систем учета и управления потреблением электроэнергии является не столько метод и точность прогнозирования, лежащих в основе математических моделей, сколько точность выполняемых измерений при сборе информации и расчетов на их основе за потребляемую электроэнергию.



В докладе основное внимание уделено обоснованию методов сбора, прогнозирования и учета электроэнергии, исходя из точности измеренных значений расхода электроэнергии на различных электрифицированных участках железных дорог.

Ю.В. Кудряшова, Д.Н. Франтасов

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Существующие системы учета электроэнергии обладают массой недостатков. Они не позволяют получать точную, достоверную и оперативную информацию об объемах электроэнергии, распределяемых в электрических сетях и отпускаемых потребителям. Проблему повышения точности и достоверности системы сбора информации по электропотреблению можно решать путем ее технического совершенствования (замена существующих измерительных трансформаторов и счетчиков на более точные, внедрение АСКУЭ). Такой подход решает данную проблему, но он связан с значительными капиталовложениями и требует времени. Но существует и другой способ повышения точности и достоверности получаемой информации по электропотреблению.

Разрабатываемая математическая модель для учета энергораспределения в сложной электрической системе позволяет на основе имеющихся показаний счетчиков электроэнергии повысить точность, достоверность и надежность получения информации по потокам энергии, техническим и коммерческим потерям энергии и локализовать места этих потерь.

Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях – сложная комплексная проблема, требующая совершенствования системы учета электроэнергии, внедрения новых информационных технологий в энергосбытовой деятельности и управления режимами сетей, обучения персонала и его оснащения средствами поверки средств измерений электроэнергии и т. п.

На данный момент в энергоснабжающих компаниях отсутствует система, которая бы давала оценку потерь как технических, так и коммерческих. Расчет нормативов технологических потерь электрической энергии осуществляют сторонние предприятия. Предприятия не рассчитывают коммерческие потери, что приводит к прямым финансовым убыткам.

Достаточно часто наличие коммерческих потерь объясняют хищениями электроэнергии. На самом деле это не так, потому что около 50 % коммерческих потерь обусловлено несовершенством и погрешностями системы учета электроэнергии, в том числе нарушениями межповерочного интервала [1].

Коммерческие потери электроэнергии нельзя измерить. Их можно с той или иной погрешностью вычислить. Значение этой погрешности зависит не только от погрешностей измерений, объема хищений электроэнергии, наличия



«бесхозных потребителей», других факторов, но и от погрешности расчета технических потерь электроэнергии. Чем более точным будут расчеты технических потерь электроэнергии, тем, очевидно, точнее будут оценки коммерческой составляющей, тем объективнее можно определить их структуру и наметить мероприятия по их снижению.

Предлагается способ повышения точности и достоверности информации по электропотреблению, основанный на математической обработке показаний имеющейся системы сбора информации. Основная идея такого расчетного способа лежит в использовании закона сохранения энергии применительно ко всей энергосистеме в целом. Иными словами, для любого временного интервала должен существовать баланс между выработанной и потребленной энергией с учетом потерь. Для всех счетчиков необходимо найти расчетные значения энергии, проходящей в месте установки счетчика. Расчетное значение энергии, полученное на основании математической модели, будет отличаться от измеренного, но для расчетных значений будет соблюдаться закон сохранения энергии. Для измеренных значений закон сохранения энергии не соблюдается ввиду погрешностей системы сбора информации.

Предложенный метод позволяет разделить технические и коммерческие потери, локализовать участки со сверхбольшими коммерческими потерями и расчетным путем осуществлять диагностику системы учета электроэнергии.

Методика может применяться:

В энергоснабжающих компаний, таких как Холдинг «МРСК», и компаний с крупными энергосетями, такие как холдинг «РЖД».

Результатом работы будет являться Информационно-измерительная система автоматизированного расчета технических и коммерческих потерь. Данная система позволит экономно расходовать электроэнергию, оперативно находить участки с сверхбольшими потерями и проводить мероприятия по их минимизации или устранению.

Литература

1. Бохмат И.С., Воротницкий В.Э., Татаринев Е.П. Снижение коммерческих потерь в электроэнергетических системах. – Электрические станции, 1998, №9.

Ю.В. Кудряшова, А.П. Долгинцев

ШАБЛОНЫ ПОТОКОВОГО ПРОЦЕССНОГО ОПИСАНИЯ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Проведем факторный анализ качественных показателей эффективности информационных систем в пространстве паттернов проектирования с целью выделения наиболее информативных факторов, влияющих на процесс проектирования. В дальнейшем считаем, что информационная система (ИС) проектируется для векторного показателя с восемью частными показателями: надежность системы, быстрдействие, достоверность информации, сложность системы, со-



вместимость системы с существующими системами аналогичного назначения, стойкость системы к моральному старению, гибкость системы к изменению внешнего окружения, стоимость проектируемой системы [3].

Для проведения анализа применения паттернов был применен метод анализа иерархий (МАИ) [2]. Целью МАИ является ранжирование показателей на множестве альтернатив - паттернов проектирования.

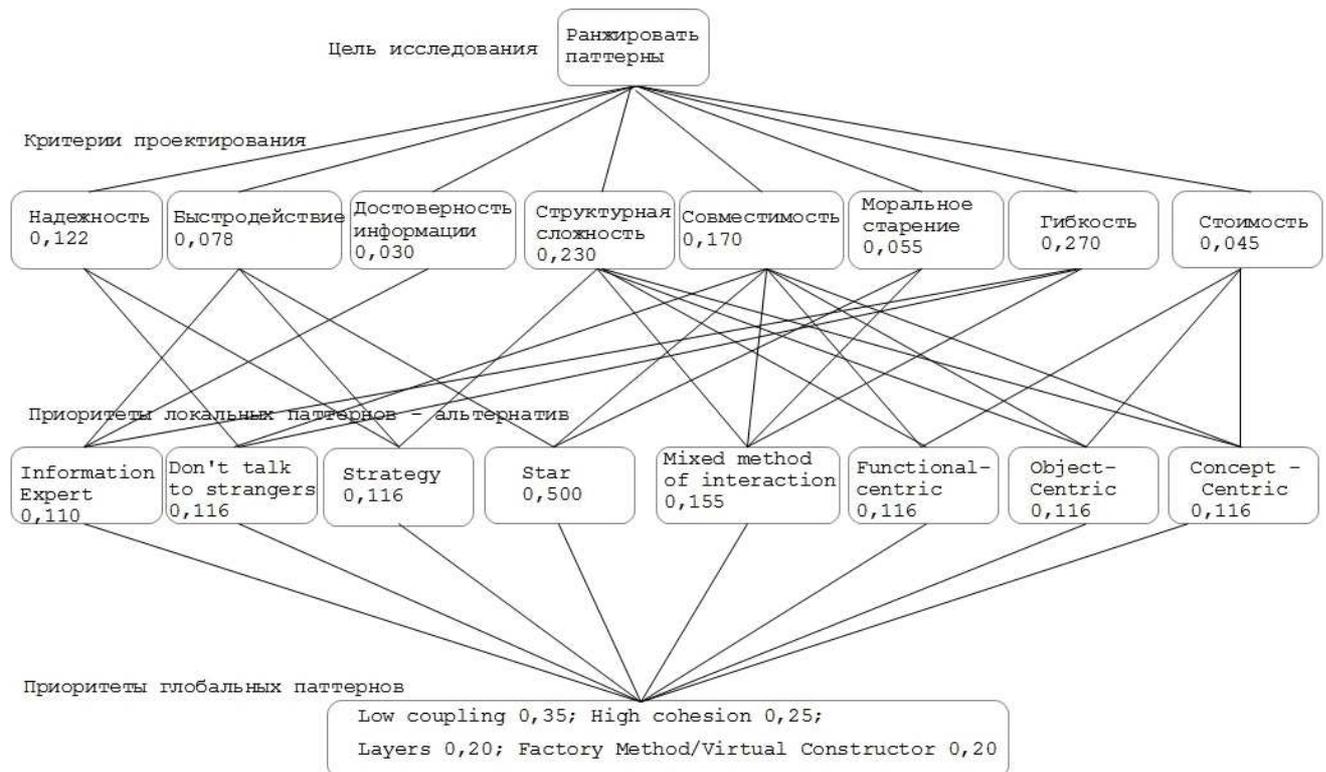


Рис. 1. Ранжирование показателей эффективности для альтернатив - паттернов

Ниже приведено описание процесса последовательного преобразования ресурсов – шаблонов проектирования (паттернов) в GoF или GRASP – нотации в продукции (показатели эффективности, используемые при проектировании ИС).

Решение проблемы связывания тезауруса – словаря с конструкциями диаграмм обеспечивается паттерном «Наследование с таблицами для каждого класса».

Первичными паттернами являются Низкое сцепление модулей, и Высокая связность модуля. Они порождают иерархические паттерны Многоуровневая система (Абстрактная машина), Поток данных (Конвейер/Фильтр), Искусственный, Информационный эксперт, Клиент/сервер и Репозиторий. После этого есть смысл определить структуру проектируемой системы.

В структурных паттернах рассматривается вопрос о том, как из классов и объектов образуются более крупные структуры. Структурные паттерны уровня *класса* используют наследование для составления композиций из интерфейсов и реализаций.[1]

Структурные паттерны имеют основой три типовые схемы:



- Информационный эксперт, Искусственный как порождение Low Coupling с последовательной схемой расположения классов.
- Мост/Описатель/Тело, Состояние, Приспособленец, Устойчивый к изменениям – являются частными случаями Декоратора/Оболочки.
- Адаптер – Стратегия – «облегченный вариант» Интерпретатора и Приспособленца, когда роль Абстрактного класса играет Универсальный Интерфейс. Компоновщик.

Родственные структурные паттерны

Посетитель, Итератор/Курсор характеризуются двумя ветвями (в корне – абстрактный класс) и посетителем между ними.

Посетитель отсутствует в паттернах: Посредник, Декоратор/Оболочка, Фабричный Метод/Виртуальный конструктор, Наблюдатель.

Мост/Тело/Описатель посетитель изолирован одной ветвью паттерна от другой.

Паттерн Шаблонный метод реализует связь Абстрактного класса с Конкретным классом, без стороннего управления.

Упрощение структуры, посредством удаления одной из ветвей, представлены в паттернах: Заместитель/Суррогат, Прототип, Цепочка обязанностей, Наследование с одной таблицей, Шаблонный метод, Строитель.

Система вырождается, когда абстрактный класс выполняет функции интерфейса: Состояние, Команда/Действие/Транзакция, Абстрактная фабрика/Инструментарий, Одиночка.

Порождающие паттерны

На диаграммах – сценариях паттерн Информационный эксперт порождает Создатель экземпляров класса (Creator).

Контейнерный Класс, Посредник, Медиатор, Фабричный метод/Виртуальный конструктор, Мост/Описатель и Тело порождают паттерн – сценарии Объектно-ориентированный/Модель предметной области/Модуль таблицы.

Централизованное управление порождает паттерны Диспетчер (Вызов – возврат на более низком уровне). Синтез системы в этом случае приводит к паттерну «Звезда» или «Смешанный способ взаимодействия».

Децентрализация управления приводит к паттернам Передача управления и Управляемый прерываниями. Синтез системы в этом случае приводит к паттерну «Смешанный способ взаимодействия» (как вырожденный вариант – паттерн «Точка – точка» с последующим паттерном «Файловый обмен»).

Метод интеграции для «Клиент – серверных систем» Интеграция систем по данным», и «Общая база данных».

Функционально – центральный подход пригоден для случая использования интерфейса прикладного программирования (WinAPI или UnixAPI).

Объектно – центральный подход приспособлен к созданию CORBA, COM/DCOM и .NET – базированных систем и PRC – механизма взаимодействия (паттерн «Удаленный вызов процедур»).



Реализация структуры словаря предметной области происходит на основе паттернов «Интеграция на основе единой понятийной предметной области» и «Обмен сообщениями».

Нижний уровень паттернов образуют паттерны взаимодействия приложений с БД: Активная запись, Единица работы, Загрузка по требованию, Коллекция объектов, Множество записей, Наследование с одной таблицей Наследование с таблицами для каждого класса, Оптимистическая автономная блокировка, Отображение с помощью внешних ключей, Отображение с помощью таблицы ассоциаций, Пессимистическая автономная блокировка, Поле идентификации, Преобразователь данных, Сохранение сеанса на стороне клиента, сохранение сеанса на стороне сервера, Шлюз записи данных, Шлюз таблицы данных.

Данные анализа структур паттернов показал их внутреннюю связь: базовыми являются паттерны высокой связности и низкого сцепления модулей. Обеспечение низкого сцепления модулей приводит к необходимости проектирования «многоуровневой машины» в рамках выбранной концепции ограничений на структуру системы (группы паттернов «Посетитель»- «Итератор» и «Команда» - «Интерпретатор».

Варианты сценариев системы базируются на паттернах «Модель предметной области», «Создатель» - «Строитель».

Варианты централизованного/децентрализованного управления и варианты оформления системы как распределенного клиент – серверного приложения обеспечивает требования показателя «морального старения».

Литература

1. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж.. Приемы объектно - ориентированного проектирования Паттерны Проектирования. СПб., Питер, 2003.-368с.
2. Иванова Г.С., Ничушкина Т.Н., Пугачев Е.К. Объектно – ориентированное программирование/Под ред. Г.С. Ивановой. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 367 с.
3. Норенков И.П. Автоматизированное проектирование. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 188с.

Л.И. Папиловская, Т.Б. Ефимова, А.В. Халдина

ЕДИНЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СПРАВОЧНИК ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Развитие и внедрение новых информационных технологий – одно из приоритетных направлений в деятельности ОАО «РЖД». ИТ-комплекс совершенствуется и развивается, внедряются новые средства автоматизации управления деятельностью ОАО «РЖД».



На Куйбышевской железной дороге эксплуатируется 160 информационных систем, в состав которых входит свыше 730 подсистем. Руководителям и специалистам зачастую трудно подобрать необходимые системы для использования в своей работе. На сегодняшний день отсутствует единый автоматизированный справочник по эксплуатируемым автоматизированным системам управления, информационным системам и различным АРМам. В то же время имеются несистематизированные данные и документы в бумажном и электронном виде, которые размещены на локальных и сетевых дисках, на ПЭВМ и серверах, в архивах и т.д. Поиск и отбор необходимой информации об ИС требует больших трудозатрат, даже для специалистов по информатизации. Кроме того, бывают прецеденты, когда из-за отсутствия информации о существующих системах, службы, дирекции и структурные подразделения инициируют создание новых ИС, по сути дублирующих существующие.

Службой корпоративной информатизации Куйбышевской железной дороги - филиала ОАО «РЖД» - была поставлена задача создания Единого автоматизированного справочника информационных систем, являющегося единым источником обобщенной информации об информационных системах, эксплуатируемых на Куйбышевской железной дороге и на полигоне региональных Дирекций и структурных подразделений ОАО «РЖД».

Данный программный продукт обеспечивает пользователей возможностью получения полной и актуальной информации о функциональных возможностях эксплуатируемых ИС, а также поиска и выбора необходимых для работы пользователей информационных систем по задаваемым параметрам и функциям. Интерфейс системы позволяет перейти в режим оформления заявки в АС ОЗ на доступ к выбранной ИС.

Интерфейс разрабатываемой информационной системы содержит административный, пользовательский разделы, Web-сервер, сервер приложений, сервер БД (база данных содержит информацию обо всех материалах, в ней находятся URL-адреса нормативных документов и файлов мультимедиа, расположенных на сервере), сайты (гиперссылки на основные сайты Куйбышевской железной дороги). Данные об ИС поступают в Систему подбора информационных ресурсов из Автоматизированной системы оформления заявок (АС ОЗ) и АСУ Реестр. Организовано взаимодействие с АС ОЗ посредством гиперссылок.

Функциональная схема разрабатываемой системы представлена на рисунке 1. На главной странице сайта размещено описание Единого автоматизированного справочника информационных систем, которое дает пользователю общее представление о системе, доступен поиск, который может осуществляться с указанием необходимого уровня совпадения Системы, представленные на сайте, разбиты по различным категориям, что значительно упрощает поиск. На сайте представлено меню «Сайты дороги», содержащее соответствующие ссылки. Модуль «Счетчик посещений» предназначен для ведения статистики, отражающей количество посетителей сайта.

При выборе какой-то системы открывается материал, содержащий информацию об этой системе: наименование, функции, список подсистем входя-



щих в состав ИС, проектная документация, системные требования, конфигурация персонального компьютера, версия операционной системы и программного обеспечения (ПО), перечень входных и выходных данных по каждой подсистеме, сведения о разработчике и функциональном заказчике, актуальное количество подключенных пользователей (рисунок 2).

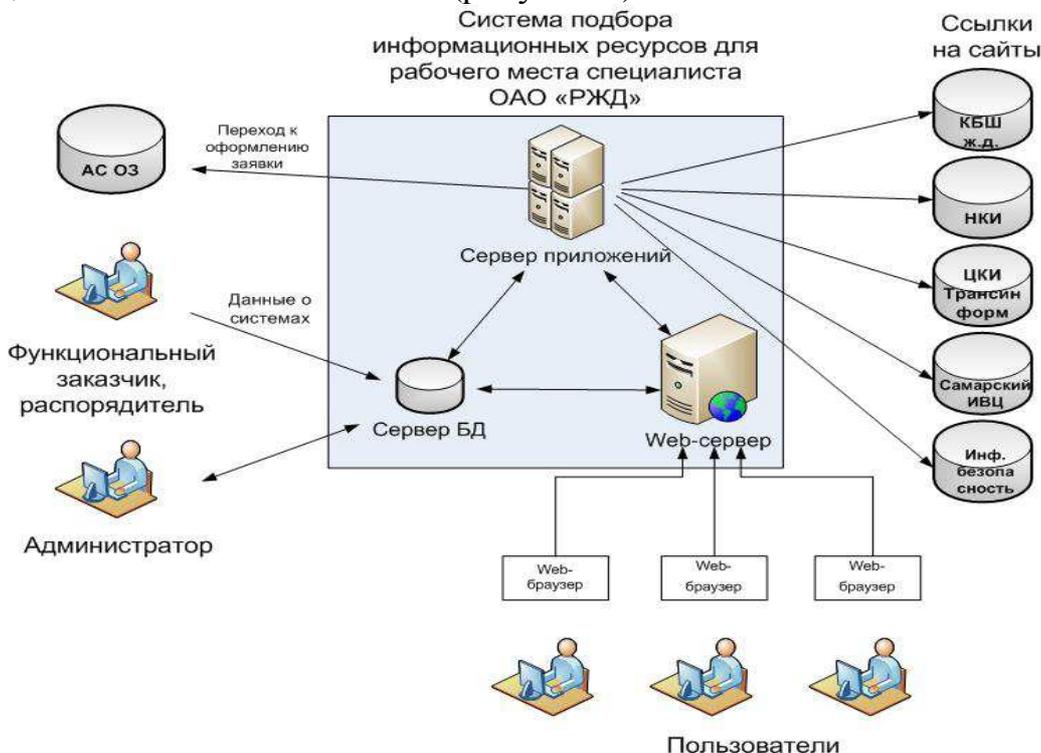


Рис. 1. Функциональная схема Системы подбора информационных ресурсов для рабочего места специалиста ОАО «РЖД»



Рис. 2. Просмотр информации об ИС



Внедрение Системы подбора информационных ресурсов позволит систематизировать информацию об эксплуатируемых в ОАО «РЖД» ИС и подсистемах, обеспечить возможности получения пользователями актуальной и полной информации о функциональных возможностях и назначении эксплуатируемых в ОАО «РЖД» ИС и подсистем, автоматизировать процесс поиска информации об ИС и подсистемах, выбирать информационные системы для эффективной работы пользователей.

Р.Р. Рамазанова, А.С. Филиппова, В.М. Картак

АНАЛИЗ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОДНОГО АЛГОРИТМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

(Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы)

В условиях современного развития информационных технологий в экономике России пересматривается роль и место оптимизации процессов транспортной логистики. Эффективное и качественное удовлетворение потребностей в перевозках, в частности доставка точно в «срок», выходит на первый план, в связи с возможностью сокращения транспортных расходов и оптимальным использованием ресурсов.

Для снижения непроизводительных затрат и повышения уровня конкурентоспособности предприятий необходимо улучшать механизмы управления процессами за счет совершенствования оптимизационных методов (оптимизационное ядро) и алгоритмов в логистических информационных системах. Перспективными направлениями исследования в данной области являются: создание транспортно-маршрутной системы с применением методов оптимизации и современных информационных технологий; разработка эффективных методов расчета маршрутов движения транспортных средств; совершенствование методов и алгоритмов; разработка новых экономико-математических моделей, которые лучше отражают продвижение товаропотока; комплексное моделирование маршрутизации с другими логистическими процессами.

Оптимизационное ядро логистической информационной системы включает в себя несколько оптимизационных алгоритмов и направлено на принятие одного из возможных решений. Содержание ядра составляют: транспортные модели; алгоритмы решения транспортной задачи; алгоритмы расчета рациональных маршрутов; алгоритмы рационального размещения груза.

В транспортной логистике существенную роль выполняют различные факторы, в том числе, протяженность маршрута, выбор транспортных средств (ТС), размещение грузов в транспортных средствах, составление расписания поставки товаров. Эти проблемы формализуются отдельными задачами и математическими моделями [8].



Существует большое число разнообразных задач, эффективное решение которых позволяет снизить транспортные издержки. Среди них можно выделить классическую транспортную задачу, задачу коммивояжёра, задачи маршрутизации, задачу оптимизации прокладки дорог и др. [5].

Особое место занимают проблемы построения маршрутов транспортного средства (VRP, Vehicle Routing Problem). Задача маршрутизации является задачей комбинаторной оптимизации, хорошо изучена и впервые сформулирована в [1]. Методы их решения с самыми разнообразными условиями широко представлены в зарубежных публикациях. Вообще говоря, VRP – проблема планирования маршрута ТС, которые должны посетить некоторое число клиентов, доставив или получив требуемое количество товара. Задача состоит в нахождении наилучшего набора маршрутов в соответствии с заданной целевой функцией при соблюдении эксплуатационных ограничений ТС и при условии, что все клиенты будут обслужены. Целевой функцией может являться как минимизация всех транспортных расходов, так и максимизация количества обслуживаемых клиентов, либо их комбинация. VRP – хорошо известная задача целочисленного программирования, относящаяся к классу NP-трудных задач. Обычно, в реальных задачах оптимизации возникает множество дополнительных ограничений и вариаций, которые подробно описаны в работах [2,3].

Задача коммивояжёра определяется как задача отыскания наиболее выгодного маршрута, который проходит через все указанные города хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный город. Задача коммивояжера является NP-трудной [7], для ее решения не известен точный алгоритм полиномиальной сложности. Изначально задача коммивояжера была сформулирована для области маркетинга. Позднее она нашла применение в других сферах управленческой деятельности, особенно там, где имела место значительная территориальная рассредоточенность объектов на местности [4].

Рассмотрим один из алгоритмов решения задачи коммивояжера с учетом массогабаритных ограничений и временных окон для практического использования в логистической информационной системе. В [6] авторами был предложен итеративно-имитационный метод построения решения задачи. Для формализации поставленной задачи были введены следующие обозначения: $D(R)$ – суммарная длина рейса; $T(p)$ – интервал времени, в который точка p может быть посещена; T – временной интервал в течение которого может осуществляться обслуживание рейса; $L(p)$ – точка загрузки для точки p , которая должна быть посещена до нее; $W(p)$ – массогабаритные характеристики груза; W – массогабаритные ограничения транспортного средства.

Задача имеет следующий вид:

$$D(R) = \sum_{i=1}^{k-1} \rho(p_i, p_{i+1}) \rightarrow \min$$

$$\forall p_i \in R: t_i \in T(p_i) \cap T; p_i = L(p_j) \Leftrightarrow j < i; \sum_{p \in R} W(p) \leq W$$



В процессе решения задачи устанавливается порядок обхода географических точек, а также моменты времени их посещения – t_i . Под p понимается географическая точка, R – допустимый в смысле ограничений, полный или неполный рейс. Значения t_i определяется следующим образом:

$$t_{i+1} = t_i + H(p_i, p_{i+1}, t_i),$$

где H – динамически определяемое время переезда между двумя географическими точками с учетом прогнозирования дорожной обстановки на момент времени t_i . В целом, схема процесса решения имеет следующий вид:

1. Построение поколения рейсов имитационным методом.
2. Проведение отбора рейсов, которое доставляют лучшее значение функционалу.
3. Построение новых поколений рейсов с учетом шага 2.
4. Возвращение на шаг 2, до тех пор, пока не будут выполнены условия прекращения построения поколений (например, все точки не будут включены в рейс).

Имитационный метод для построения рейса включает в себя следующие шаги:

1. На вход алгоритм принимает некоторое начало рейса в виде упорядоченной последовательности пар (p_i, t_i) , $i=1 \dots k$.
2. Упорядочить не включенные в рейс точки по возрастанию расстояния от точек до p_k , где k – длина построенной части рейса.
3. Начиная с ближайшей точки p , проверить массогабаритные ограничения и ограничения, накладываемые расписанием, а также проверить, что пункт загрузки для данной точки $L(p)$ уже добавлен к рейсу.
4. Добавить первую из прошедших проверку точек в рейс и определить время ее посещения по формуле $t_{k+1} = t_k + H(p_k, p_{k+1})$.
5. Пока удается добавить точку и множество не добавленных точек не пусто перейти к пункту 2.

Начальное поколение рейсов инициализируется в виде набора маятниковых маршрутов от пункта загрузки до соответствующей точки.

Сложность имитационного метода решения задачи построения маршрута не превышает $O(n^2 \cdot \log(n))$ [6], где n – размерность исходной задачи.

Как правило, в реальной жизни имеют дело либо с простым перемещением по заданным точкам, либо с развозом груза небольшого формата или веса на транспортном средстве, вмещающем большое количество единиц, что создает предпосылки для применения решения задачи коммивояжера. Помимо применения, описанного в [6] алгоритма непосредственно для построения решения задачи коммивояжера с массогабаритными и временными ограничениями, авторами предлагается использовать его в двухэтапном методе решения задачи маршрутизации транспорта, с различными ограничениями на кластерные географические районы. Каждый из данных районов может служить исходными данными при построении по нему допустимого рейса.

На практике, часто между поставщиками и клиентами осуществляются перевозки большого объема грузов мелкими партиями. Это в первую очередь



связано с ограниченной вместимостью транспортных средств. Кроме того транспортное средство, в течение одной поездки, вынуждено сделать большое число остановок, связанных с разгрузкой-загрузкой товаров. Более перспективными с практической точки зрения являются алгоритмы и методы решения задачи маршрутизации с учетом вместимости ТС и рационального размещения грузов. В подобных способах решения для некоторого множества ТС (возможно различной грузоподъемности) назначается более одного маршрута за плановый период времени. Это задача с несколькими маршрутами. Таким образом, для использования, описанного в [6] алгоритма решения, в оптимизационном ядре логистической информационной системы требуется модификация, позволяющая учитывать реальные практические условия и ограничения.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований, проект 12-07-00631а.

Литература

1. G.B. Dantzig, J.H. Ramser, The truck dispatching problem//Management Science, vol. 6, No. 1 (Oct., 1959), pp. 80-91.
2. J.-F. Cordeau, G. Laporte, M.W.P. Savelsbergh, D. Vigo, Vehicle Routing. Transportation, in: C. Barnhart, G. Laporte, (eds.)//Handbooks in Operations Research and Management Science, vol. 14 (2007), pp. 367–428.
3. P. Toth, D. Vigo, Branch-and-bound algorithms for the capacitated VRP, in: Toth, P., Vigo, D. (Eds.)//The vehicle routing problem, SIAM: Philadelphia, pp. 29-52. 2001.
4. W-C. Chiang, R.A. Russell, Integrating Purchasing and Routing in a Propane Gas Supply Chain//European Journal of Operational Research, vol.154 (2004) pp.710-729.
5. Ельдештейн, Ю.М. Логистика, [Электронный ресурс] /. Ю.М. Ельдештейн. –Электрон. УМК. – Красноярск, 2006. – Режим доступа: http://www.kgau.ru/distance/fub_03/eldeshtein/ logistika/index.html, свободный.
6. Перцовский, А.К. Итеративно-имитационный метод построения решения задачи коммивояжера с массогабаритными ограничениями и временными окнами с учетом динамической транспортной обстановки, [Электронный ресурс]/ режим доступа: <http://www.rsdn.ru/article/KGR/commivoyager.xml>.
7. Сигал, И.Х. Введение в прикладное дискретное программирование. Модели и вычислительные алгоритмы: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Прикладная математика и информатика" / И.Х. Сигал, А.П. Иванова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 304 с.
8. Филиппова, А.С. Задачи маршрутизации в транспортных логистических системах: локальный поиск оптимальных решений [Текст] / А.С. Филиппова, Д.В. Филиппов, Н.А. Гильманова. – М.: Информационные технологии. – 2009 – №2. – С. 59-63.



Д.Н. Франтасов

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВЫМИ ПОДСТАНЦИЯМИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Существующая на сети железных дорог пропускная способность поездов по устройствам электроснабжения обусловлена проектами электрификации участков в период 1950-80гг. с заданным весом поездов до 4,5 тысяч тонн. При этом оценка пропускной способности конкретных участков дороги осуществляется с использованием устаревшей нормативно-технической документации без учёта, как устаревания, так и модернизации оборудования системы тягового электроснабжения. Такие ключевые параметры как максимальный вес поезда, количество поездов на фидерной зоне и схема их пропуска, межпоездной интервал зачастую не соответствуют реальным возможностям системы тягового электроснабжения. Это приводит с одной стороны к возникновению аварийных ситуаций – пережог контактной сети, перегрузка и отказ тягового трансформатора и понижающего трансформатора, неисправностям в оборудовании тягового подвижного состава, с другой стороны – к занижению пропускной способности участка железной дороги, к увеличению потерь электроэнергии в контактной сети с третьей стороны.

Для определения процессов, протекающих в энергосистеме, создают информационно-измерительные системы управления технологическими процессами (ИИСУ ТП). К сожалению, современная элементная база не позволяет получать информацию с энергообъектов с погрешностью менее 0.5% при нормальных режимах работы энергосистемы. В большинстве случаев эта погрешность будет составлять 2-5%. Это связано с погрешностью первичных датчиков тока и напряжения, в качестве которых часто используют измерительные трансформаторы.

При измерениях электрической энергии и мощности, эта информация зачастую является первичной для такого рода систем, реализуемых посредством ИИСУ ТП (состоящей из измерительных преобразователей напряжения и тока, счетчика электрической энергии, линии присоединения счетчика к преобразователям), расчет доверительных границ относительной погрешности измерений количества электрической энергии при доверительной вероятности, равной 0.95, выполняют (в предположении, что все составляющие погрешности имеют равномерную функцию плотности вероятности) по формуле:

$$\delta_w = \pm 1.1 \times \sqrt{\delta_I^2 + \delta_U^2 + \delta_\Theta^2 + \delta_{Л}^2 + \delta_{co}^2 + \sum_{i=1}^l \delta_{ci}^2}, \quad (1)$$

где δ_I – пределы допускаемой токовой погрешности преобразователя тока; δ_U – пределы допускаемой погрешности преобразователя напряжения; δ_Θ – доверительные границы допускаемой погрешности трансформаторной



схемы подключения счетчика (при измерениях активной или реактивной электроэнергии); δ_{Δ} – погрешность из-за потери напряжения в линии соединения счетчика с преобразователем напряжения; δ_{co} – пределы допускаемой основной относительной погрешности счетчика; δ_{ci} – пределы допускаемой дополнительной погрешности счетчика от i -й влияющей величины; l – число влияющих величин.

Существует структурный метод коррекции погрешности измерительных преобразователей [1]. Исследования, приведённые в [2, 3] показали, что его применение позволит на порядок уменьшить погрешность типовых измерительных трансформаторов тока.

На рисунке 1 представлены схемы традиционной ИИСУ ТП и ИИСУ ТП на основе преобразователя тока (ПТ), преобразователя напряжения (ПН), корректирующего преобразователя (ПК) и счетчика электроэнергии. На рисунке 1 также отражены погрешности используемых измерительных преобразователей.

При измерениях активной электрической энергии и мощности в предположении, что ИИСУ ТП состоит из измерительных преобразователей напряжения и тока с коррекцией (класс точности 0,05) и цифрового счетчика электрической энергии с коррекцией (класс точности 0,05), по (1) получим $\delta_w \approx \pm 0.1\%$

($\sum_{i=1}^l \delta_{ci}^2 = 0$, поскольку расчет проводится для нормальных условий эксплуатации счетчика).

Значение результирующей погрешности ИИСУ ТП с коррекцией в 4 раза меньше чем у существующих аналогов, что позволяет более достоверно отслеживать режимы, протекающие в энергосистеме.

Замысел предлагаемой ИИСУ ТП состоит в создании геоинформационной системы мониторинга состояния системы тягового электропитания. Основой системы будут являться данные, получаемые в режиме реального времени с датчиков, подключенных к фидерам, питающим контактную сеть на тяговых подстанциях. Датчики осуществляют измерение таких параметров как напряжение, сила тока, активная и реактивная мощность и др. Данные поступают в базу данных, где происходит их обработка и сравнение с допустимыми (предельными) значениями соответствующих параметров того или иного элемента системы тягового электропитания. Например, фактический ток снятый с фидера, питающего участок контактной сети сравнивается с допустимым для типа контактной подвески данного участка, а фактическое значение мощности, потребляемой подвижным составом, сравнивается с максимальной мощностью тягового трансформатора. Подсистема отображения предполагает наглядную схему, на которой диспетчерский персонал может видеть, как распределяется нагрузка по системе электропитания и принимать решения по высвобождению участков загрузка которых приближается к предельным значениям и дополнительно нагружать участки, возможности которых это допускают.

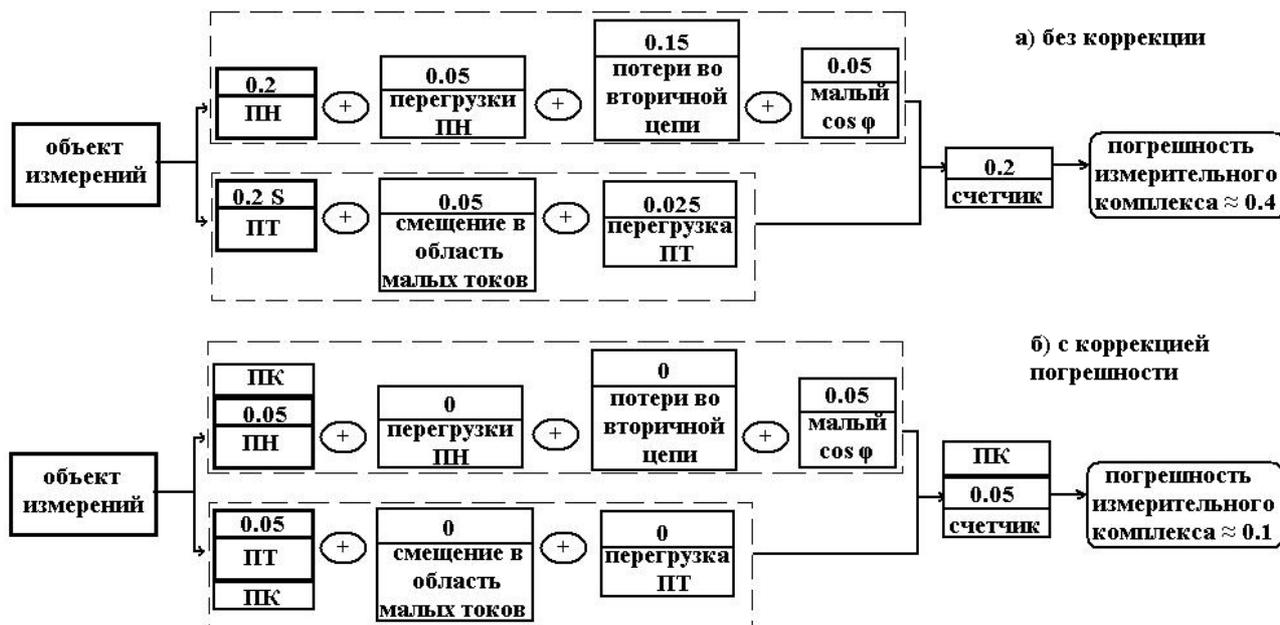


Рис. 1. Структурная схема ИИСУ ТП с учетом накопления:
а) без коррекции; б) с коррекцией погрешности

Литература

1. Косолапов. А.М. Метод улучшения метрологических характеристик средств измерений с гальванической развязкой // Измерительная техника. - 1990. №4. – С. 43 - 45.
2. Косолапов А. М. Исследование трансформатора тока с коррекцией погрешности / А. М. Косолапов, Д. Н. Франтасов // Датчики и системы. – 2010. – № 6. – С. 55 – 58.
3. Косолапов А. М. Улучшение метрологических характеристик трансформаторов тока с цифровым блоком коррекции погрешности / А. М. Косолапов, Д. Н. Франтасов // Вестник транспорта Поволжья. – 2010. – № 3(23). –С. 90–93.

О.К. Головнин, С.В. Михеев, А.Д. Щербаков

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В настоящее время широкое распространение получили геоинформационные системы (ГИС). На большинстве карт города обязательно присутствуют элементы улично-дорожной сети (УДС): дороги, перекрестки дорог, железнодорожные переезды, пешеходные переходы, путепроводы и т.д. Рассмотрим граф УДС – основу модели УДС. Оттого, насколько правильно будет построен граф, будет зависеть точность решения таких задач, как построение маршрутов транспортных средств, моделирование дорожного движения, дислокации технических средств организации дорожного движения и т.п. Если карта достаточ-



но подробная и содержит информацию о большом городе, то построение графа УДС вручную может занять продолжительное время. Поэтому вполне резонно разработать автоматизированную систему, которая бы выполняла данную работу.

Решение данной задачи осуществлено в рамках геоинформационной системы ITSGIS, предназначенной для сбора, хранения, обработки, отображения и распространения данных об объектах и процессах транспортной инфраструктуры. Новый функционал добавлен в нее в качестве дополнительного модуля.

Для того чтобы правильно построить граф УДС, важно понимать, что представляет собой модель УДС. Модель УДС – это совокупность объектов трёх типов: участки, узлы и дуги. УДС любого города может быть описана с помощью конкретной топологии (размеров, формы и взаимного расположения) объектов этих типов и значений их семантических атрибутов.

Проезжие части УДС представлены в модели в виде объектов типа «Участок». «Участок» – физический участок УДС (многоугольник на плоскости), описываемый единым набором физических параметров. С объектом типа «Участок» связаны два или более объекта типа «Узел».

«Узел» – место возможного разделения потоков транспортных средств. Узел является вершиной графа, описывающего движение транспортного потока. Два узла соединяют объекты типа «Дуга».

«Дуга» – это дуга ориентированного графа, задающая направление движения транспортного потока на участке и содержащая соответствующие характеристики (длина дуги, интенсивность движения в данном направлении и т.д.). На одном участке может проходить несколько дуг (потоков), при этом дуга может находиться только внутри единственного участка.

Все данные, привязанные к карте, хранятся в виде слоев. Слой – это набор однотипных данных. Глобально процесс построения графа сводится к анализу исходной карты и созданию трех слоев: дуг, узлов и полигонов.

В автоматизированной системе процесс анализа исходных данных начинается с выделения прямых участков дорог и перекрестков. Эта задача решается методом поиска точек пересечения осевых линий. Осевая линия представляет собой ломаную линию, расположенную внутри полигона дороги и не выходящую за его пределы. При помощи алгоритма трассировки лучей из центра перекрестка производится поиск границ перекрестка и определение его конфигурации. Затем выполняется анализ слоя карты дорог на выделение из дороги участков-перегонов. На основе слоя полученных участков создаются слои узлов и дуг, образующих граф УДС.

Для областей карты, которые не поддаются автоматическому анализу, реализован ручной способ редактирования графа УДС. Пользователь получает соответствующие инструменты работы со слоями дуг, узлов и участков.

Для наиболее наглядного представления возможностей разрабатываемой информационной системы на рисунке 1 представлена диаграмма вариантов использования.

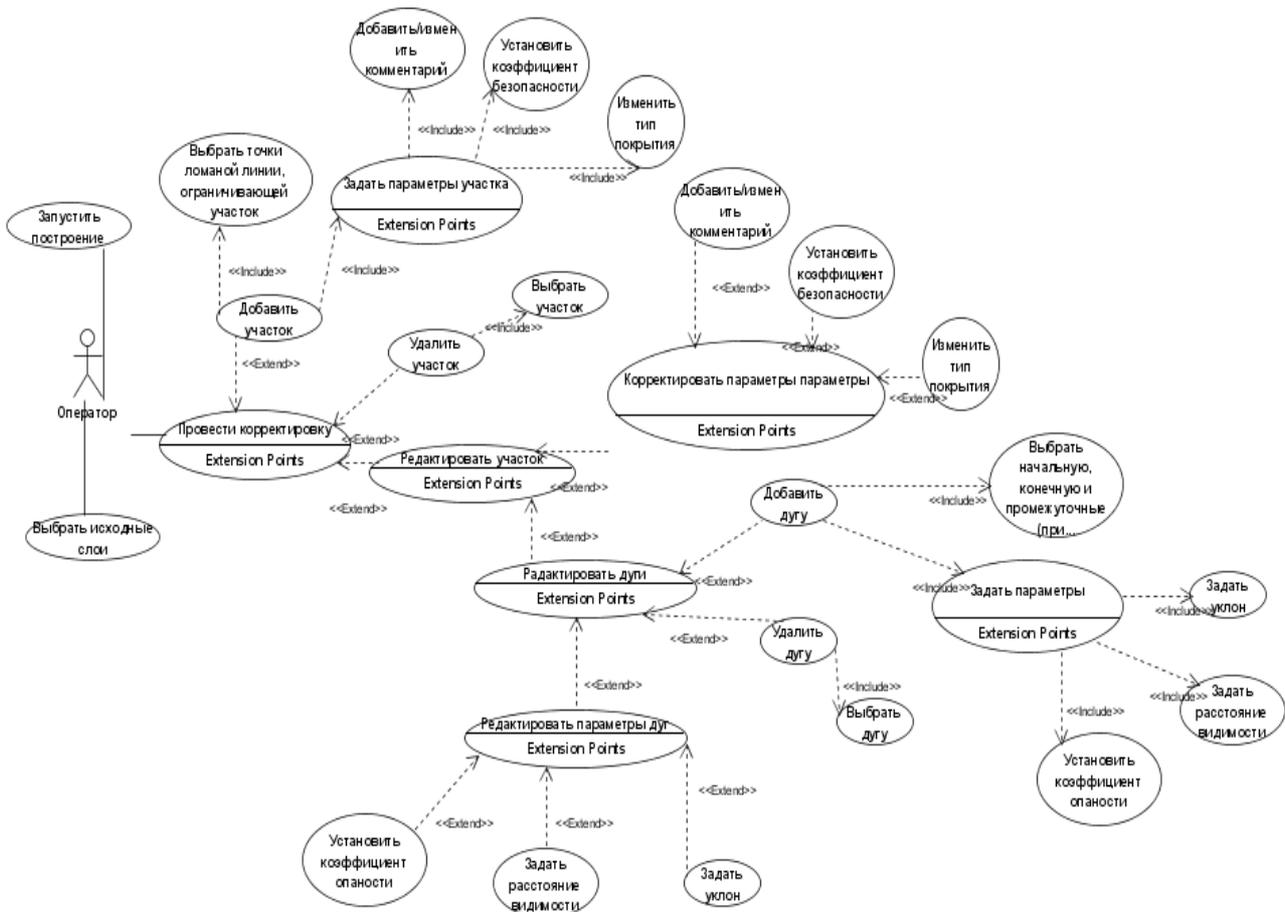


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

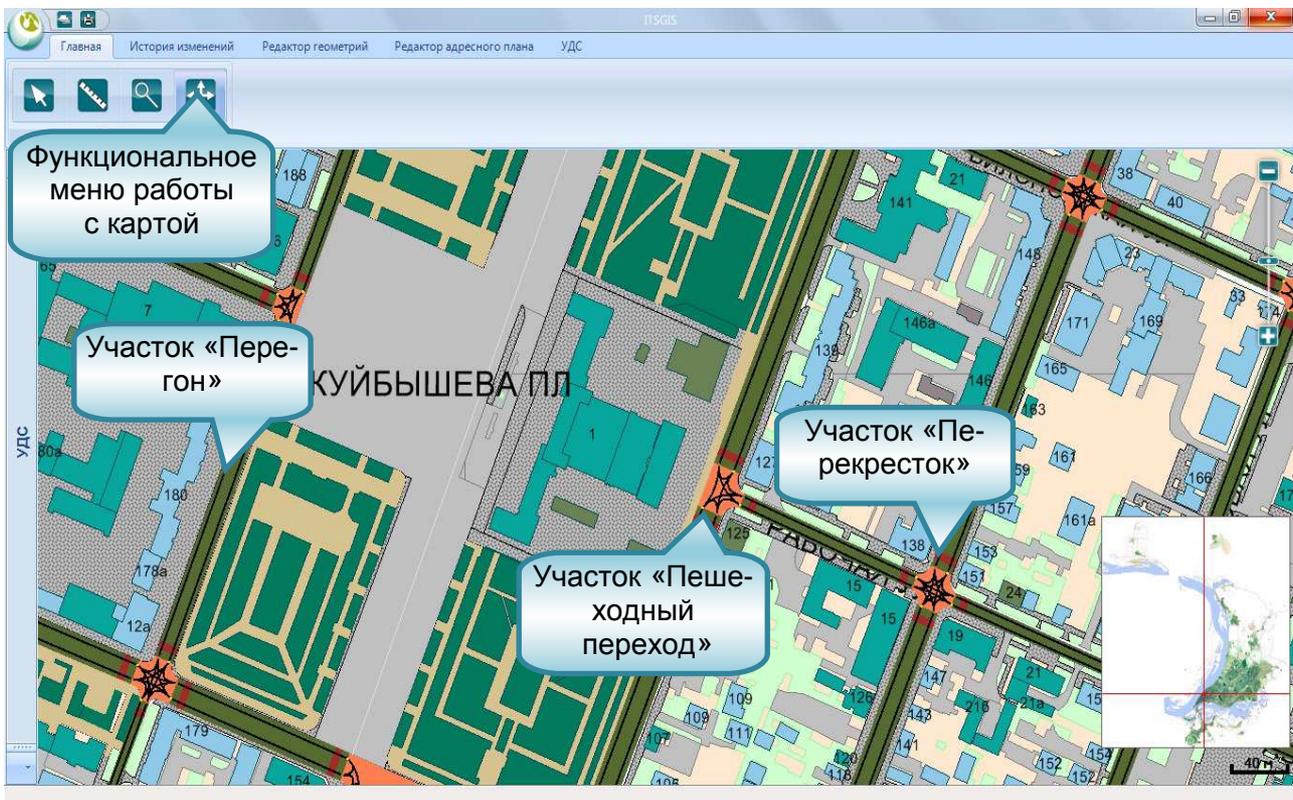


Рис. 2. Карта с автоматически выделенными участками УДС



Основные действия, которые может совершить пользователь – это выбор исходных слоев карты, запуск построения и редактирование полученной модели (провести корректировку). Последнее включает в себя добавление или удаление дуги или участка и редактирование их параметров. Промежуточный результат работы системы представлен на рис. 2. На нем показан результат работы основного алгоритма – построение графа и модели УДС.

В качестве платформы разработки данного проекта выбрана .NET Framework, язык программирования С# и СУБД PostgreSQL.

Литература

1. Михеева Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий // Информационные технологии. 2006. №1. С.69–75.

2. Буч, Г. Язык UML. Руководство пользователя [Текст] /Г. Буч, Д. Рамбо, А. Якобсон. - 2-е изд.: Пер. с англ. Мухина Н. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 496 с.: ил.

3. Язык программирования С# [Электронный ресурс] – <http://cesharp.narod.ru>.

4. Система управления базами данных [Электронный ресурс] – <http://ru.wikipedia.org/wiki/СУБД>

О.К. Головнин, В.А. Ключников, С.В. Михеев

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПАСПОРТИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Высокая интенсивность движения транспортных средств приводит к ухудшению условий движения и росту аварийности на улично-дорожной сети. В этой связи правильная (оптимальная) организация дорожного движения (ОДД) является одним из путей решения проблем, возникающих на улично-дорожной сети. ОДД – комплекс организационно-правовых, организационно-технических мероприятий и распорядительных действий по управлению движением на дорогах, направленный на обеспечение безопасности дорожного движения. Целью разработки проектов ОДД является оптимизация методов организации дорожного движения на автомобильной дороге или отдельных ее участках для повышения пропускной способности и безопасности движения транспортных средств и пешеходов.

Проект ОДД включает в себя:

- контуры автомобильной дороги;
- расположение светофоров;
- разметку, в том числе пешеходные переходы и тротуары;



- дорожные знаки и ограждения;
- освещение;
- остановки общественного транспорта;
- искусственные сооружения;
- железнодорожные переезды.

Все элементы управления дорожным движением имеют на схеме свои условные обозначения (рисунок 1).

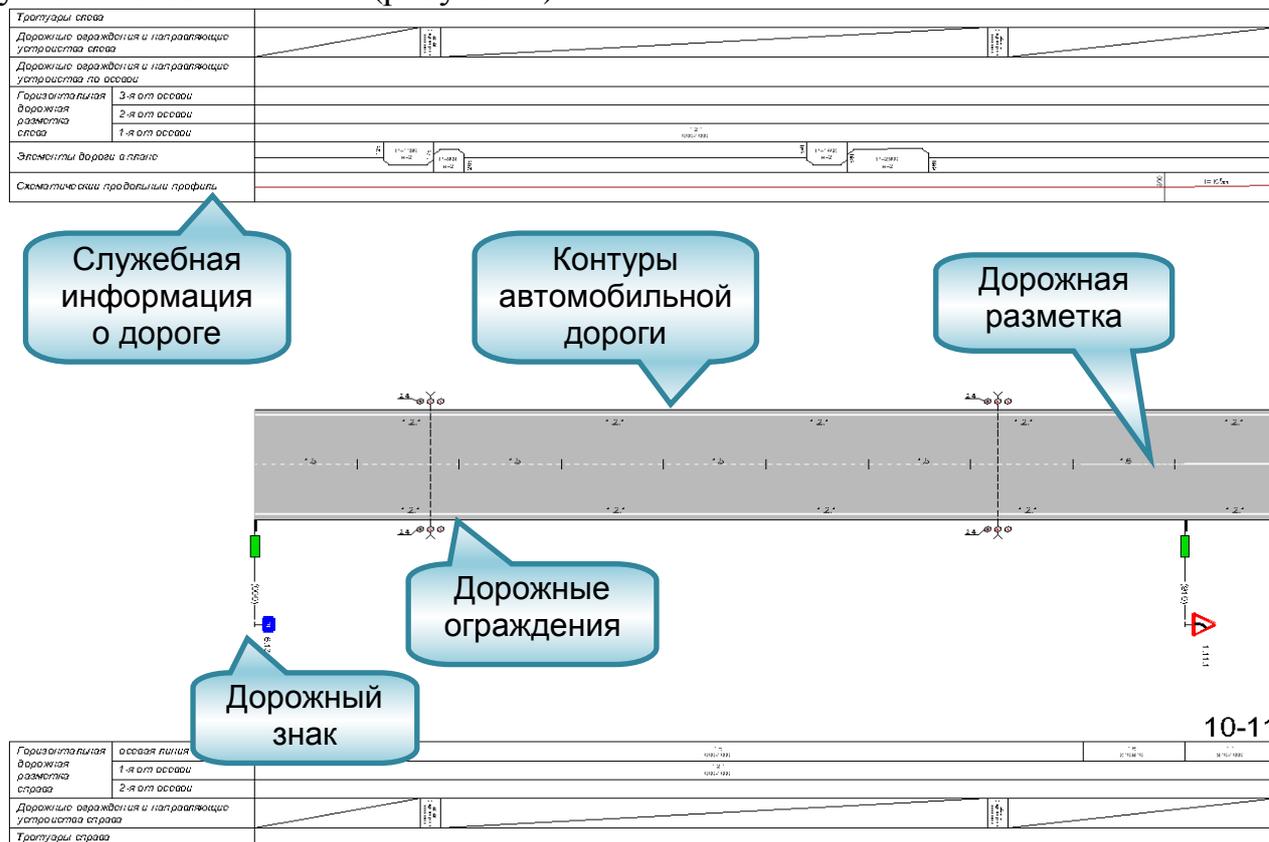


Рис. 1. Пример схемы ОДД

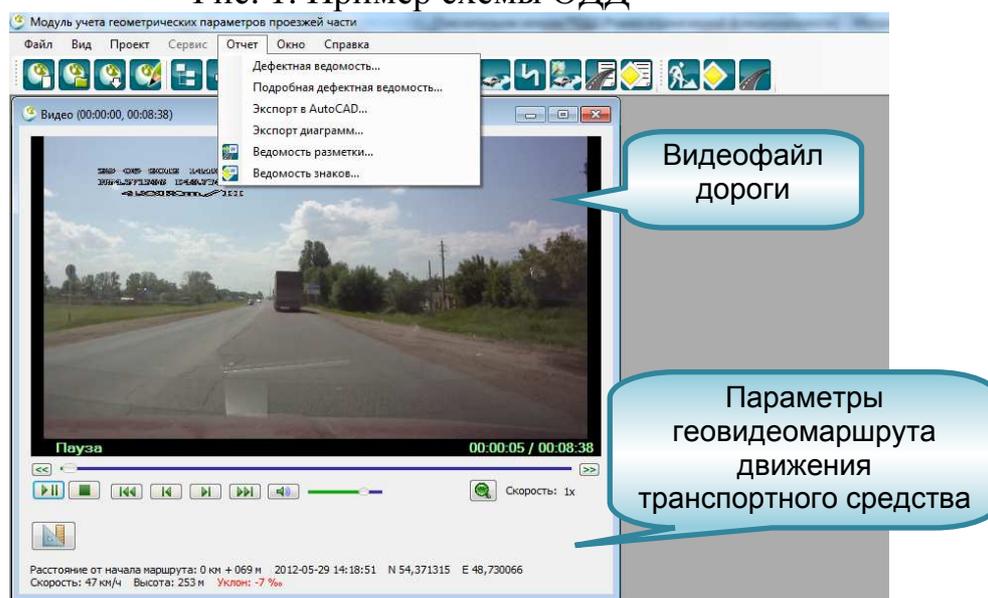


Рис. 2. Главная форма системы «Модуль учета геометрических параметров проезжей части»



Источником данных, необходимых для создания схем ОДД в формате файла системы «AutoCAD», является разработанная система «Модуль учета геометрических параметров проезжей части». Она предназначена для автоматизации ведения учета геометрических параметров проезжей части (высот, расстояний, радиусов закруглений, площадей, уклонов) по видеоизображению и треку GPS/ГЛОНАСС-навигатора, автоматизации дислокации технических средств организации дорожного движения (ТСОДД), построения диаграмм видимости, учета дефектов дорожного покрытия.

Модуль учета геометрических параметров проезжей части входит в состав интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS». «ITSGIS» содержит в себе многослойную электронную карту и позволяет работать с различными геообъектами городской инфраструктуры (дома, дороги, дорожные знаки, светофоры и др.) и специализированными геообъектами (ДТП, места работ, ведущихся на улично-дорожной сети, и др.). Система «ITSGIS» предназначена для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской инфраструктуры на основе геоинформационных технологий.

Программный модуль «Экспорт в AutoCAD» расширяет функциональность системы учета геометрических параметров проезжей части и реализует следующие функции (рисунок 3):

- выбор начального и конечного линейного адреса для формирования схемы организации дорожного движения;
- выбор направлений и сегментов проекта системы «Модуль учета геометрических параметров проезжей части»;
- разделение геовидеомаршрута на километры с учетом начального и конечного линейных адресов;
- создание схем организации дорожного движения в формате «AutoCAD» с возможностью выбора элементов, включенных в состав схемы (элементы дороги в плане, элементы дороги в продольном профиле, дорожные знаки).

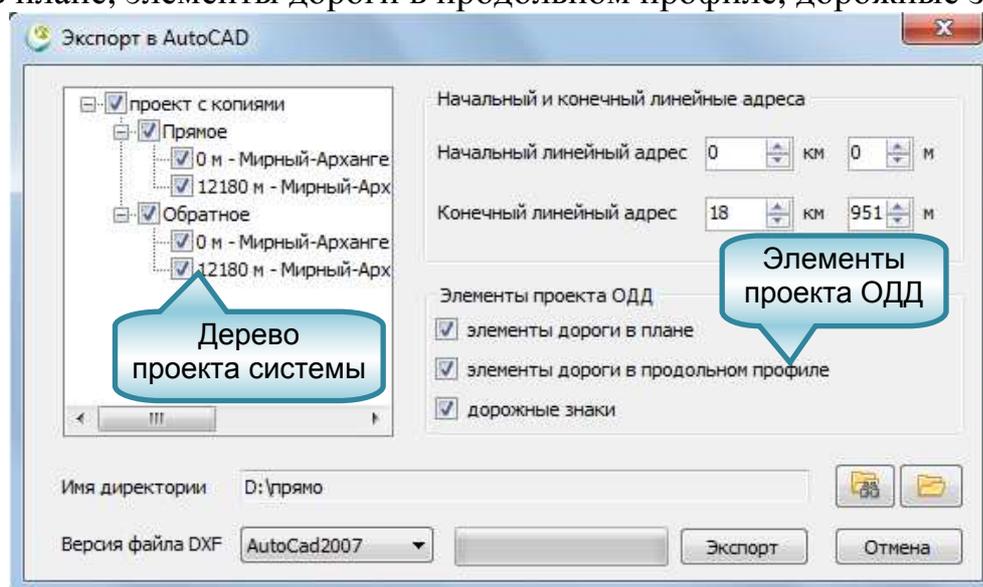


Рис. 3. Ввод параметров схемы ОДД



Модуль в заданной директории создает дерево каталогов в соответствии с деревом проекта и схемы ОДД в виде файлов DXF - открытого формата файлов для обмена графической информацией между приложениями, созданного фирмой Autodesk для системы «AutoCAD».

Модуль предназначен для автоматизации создания схем ОДД, он экспортирует элементы дороги в плане, элементы дороги в продольном профиле и дорожные знаки из модуля учета геометрических параметров проезжей части в файлы системы автоматизированного проектирования «AutoCAD».

Литература

1. Михеева Т.И., Михеев С.В., Золотовицкий А.В. Автоматизированная система контроля и управления дорожным движением // Математика. Компьютер. Образование. Труды VII междунар. конф. - Пушкино - Москва: МГУ Прогресс - Традиция, - 2000. С. 207-214.
2. ГОСТ Р 52289-2004 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Текст] – Введ.2004-15-12. – М.: Издательство стандартов, 2004. – 98 с.
3. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. – М. : Транспорт, 1999. 255 с.

Т.И. Михеева, С.В. Михеев, Д.А. Михайлов, Г.Р. Габдрахимова

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ УЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В настоящее время в России наблюдается рост автомобильного парка и, как следствие, увеличение интенсивности транспортных потоков. Периодический учет интенсивности транспортного потока является важной задачей, позволяющей разрабатывать мероприятия, направленные на повышение безопасности дорожного движения, изучать тенденцию изменения транспортных потоков и эффективно бороться с аварийностью. Эту задачу позволяет решать программный модуль геоинформационной системы ITSGIS «Учет интенсивности транспортного потока».

«ITSGIS» – интеллектуальная геоинформационная система (ГИС) с многослойной электронной картой города, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской инфраструктуры. «ITSGIS» предназначена для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской инфраструктуры на основе геоинформационных технологий. В настоящее время ГИС широко применяются в градостроительстве и архитектуре, учете использования природных ресурсов и экологии, проектировании и прокладке инженерных



коммуникаций, строительстве, эксплуатации объектов, на транспорте, геологических исследованиях, в логистике и других отраслях и сферах деятельности.

Интенсивность является основной характеристикой транспортного потока. Интенсивность транспортного потока – это число транспортных средств, проезжающих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности движения принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени (минуты, секунды) в зависимости от поставленной задачи наблюдения и средств измерения. Транспортный поток обусловлен неравномерностью во времени (в течение года, месяца, суток и даже часа). Поэтому при расчете интенсивности используются соответствующие коэффициенты неравномерности. Данные коэффициенты вычислены для годовой, суточной и часовой неравномерностей движения. Неравномерность может быть выражена как доля интенсивности движения, приходящаяся на данный отрезок времени, либо как отношение наблюдаемой интенсивности к средней за одинаковые промежутки времени. За единицу выражения интенсивности приняты натуральные единицы (авт/ч) и приведенные (ед/ч). Натуральными единицами являются различные виды транспорта. За приведенную единицу измерения принят легковой автомобиль, остальные транспортные средства приводятся к легковому автомобилю с помощью коэффициентов приведения.

Программный модуль «Учет интенсивности транспортного потока» предназначен для сбора, обработки, хранения данных, полученных в результате проведения измерений интенсивности транспортных потоков, и визуализации их на электронной карте города. Информация об объектах хранится в базе данных, логическая схема которой представлена на рисунке 1. Объект «Интенсивность» привязывается к дуге графа улично-дорожной сети города (рисунок 2). Граф улично-дорожной сети являясь элементом картографической подосновы геоинформационной системы «ITSGIS», предназначен для решения задач моделирования транспортных потоков (ТрП) с использованием информации об их интенсивности. Информация об объектах хранится в БД. Логическая схема БД для хранения информации об объектах представлена на рисунке 1.

Модуль «Учет интенсивности транспортного потока» предоставляет пользователю инструмент ввода исходных данных в базу данных (БД). Исходными данными являются: направление движения ТрП, количество транспортных единиц разного типа, период учета и др. При добавлении объекта интенсивности в БД производится расчет всех типов интенсивности с учетом коэффициентов неравномерности, приведения транспортных единиц. Результаты расчетов заносятся в БД. В подсистеме имеется возможность ведения справочников: нормативный документ расчета интенсивности, коэффициенты месяца года, дня недели, времени суток, тип транспортного средства, тип интенсивности.

На основе хранимой информации об интенсивности формируется сводная ведомость, содержащая информацию о дате и времени учета, типе транспортного средства, типе интенсивности и само значение интенсивности. По сводной



ведомости может быть получен отчет за любой заданный пользователем учетный период и для любого выбранного направления движения ТрП.

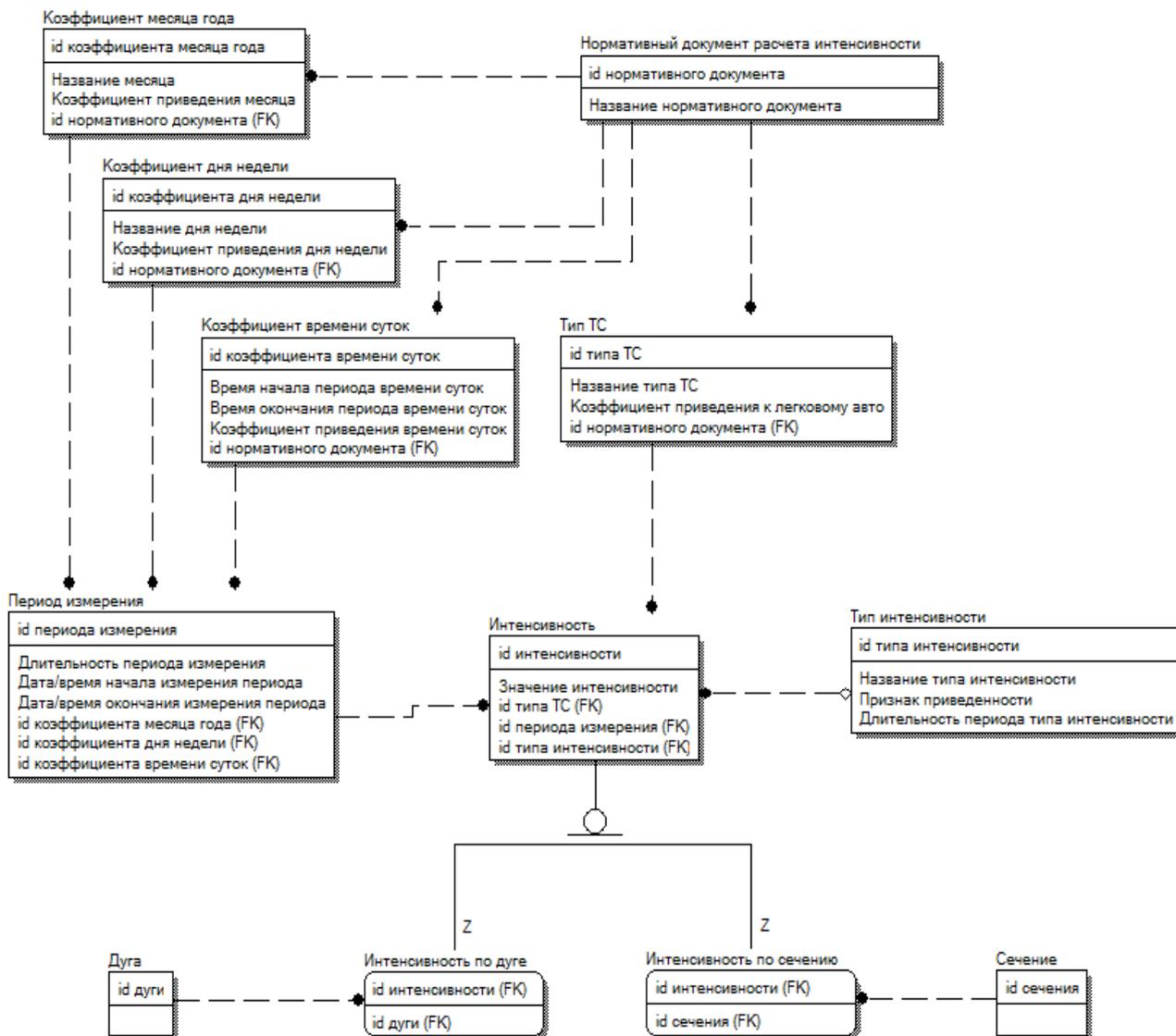


Рис. 1. Логическая модель базы данных программного модуля

Получаемые в системе данные используются при планировании и организации работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог, для разработки мероприятий по инженерному обустройству дорог и безопасности движения.

При проектировании и разработке модуля «Учет интенсивности транспортного потока» выбрана платформа .NET Framework, язык программирования C#. Система разработана для операционной системы Microsoft Windows.

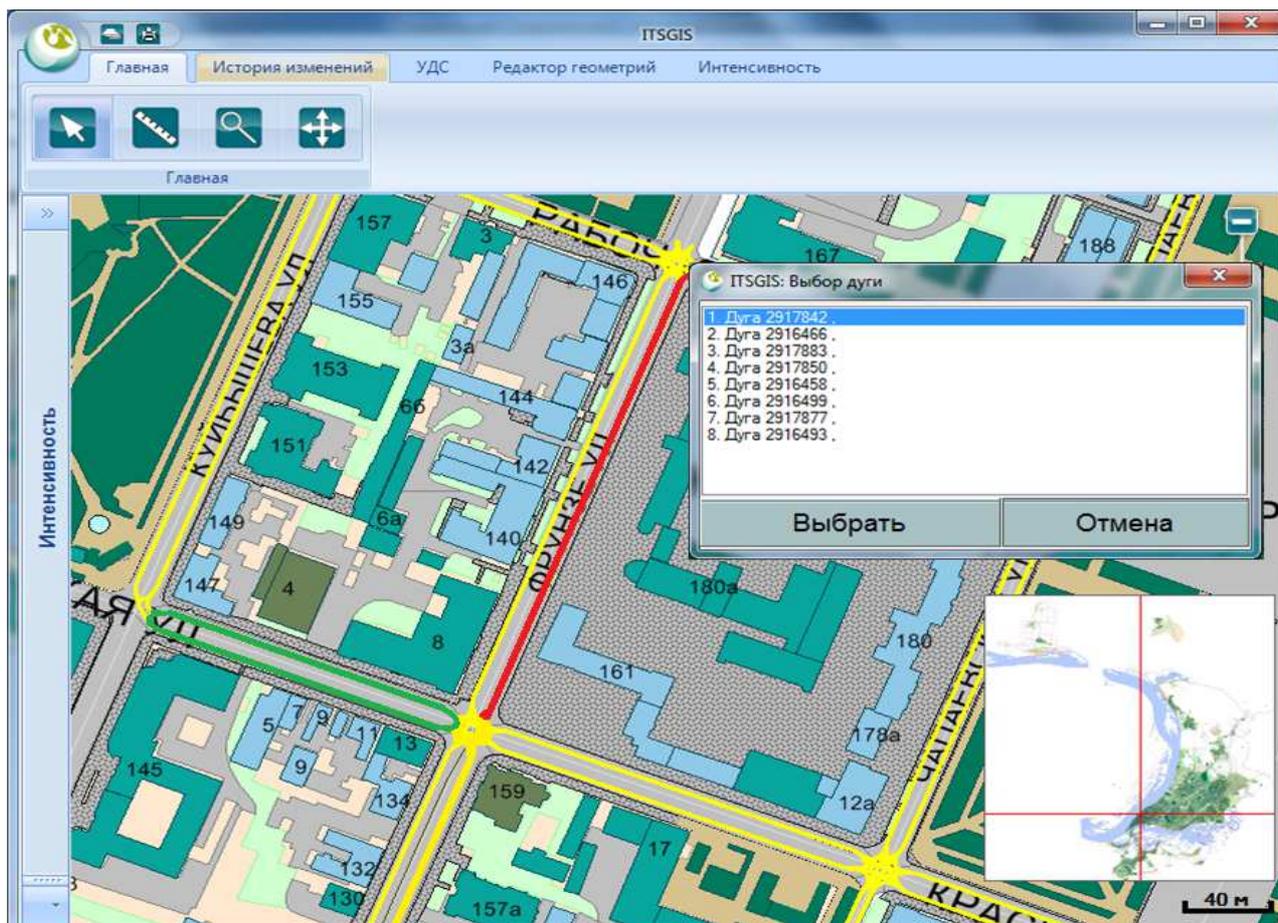


Рис. 2. Привязка объекта «Интенсивность» к дуге графа УДС города
Литература

1. Михайлов Д.А., Михеева Т.И. Визуализация интенсивности движения транспортных потоков в геоинформационной системе ITSGIS / Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов IX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - Томск: ТПУ, 2011, С. 230-231.
2. Клишковштейн Г.И. Организация дорожного движения [Текст]: учебник для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп./ Г.И. Клишковштейн, М.Б. Афанасьев. – М: Транспорт, 2001. – 247 с.

Т.И. Михеева, А.В. Сидоров, О.К. Головнин

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИСЛОКАЦИИ ГЕООбЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Увеличение количества автотранспорта, усложнение инфраструктуры современного города приводит к постоянному ухудшению показателей безопасности дорожного движения, уменьшается пропускная способность транспорт-



ной сети города, средняя скорость транспортных средств, увеличивается время простоя транспортных средств в «пробках».

При проведении мероприятий, направленных на улучшение транспортной ситуации на улично-дорожную сеть (УДС), особую роль отводят корректной и оптимальной (необходимой и достаточной) дислокации управляющих объектов транспортной инфраструктуры на УДС. К таким объектам относятся технические средства организации дорожного движения (ТСОДД): дорожные знаки, средства светофорного регулирования, дорожная разметка, дорожные ограждения.

В этой связи становится актуальной задача разработки методов и программных средств, позволяющих автоматизировать процесс дислокации дорожных знаков на УДС города с последующей обработкой и визуализацией. Для решения задач автоматизации технологических процессов сбора, хранения и последующей визуализации информации на электронной карте в среде интеллектуальной геоинформационной системы «ITSGIS» разработан программно-аппаратный комплекс. Он включает в себя аппаратную и программную части: два или более видеорегистратора и автоматизированную программную систему. Видеорегистраторы предназначены для сбора видеоизображений дороги и дорожных объектов с движущегося транспортного средства с учетом координат движения, записываемых в глобальной системе координат WGS-84.

1. Автоматизированная система, входящая в состав программно-аппаратного комплекса, способна обнаруживать и классифицировать дорожные объекты по видеоизображениям дороги с помощью передней камеры, выполнять их геопространственную привязку по боковой камере (рисунок 1).

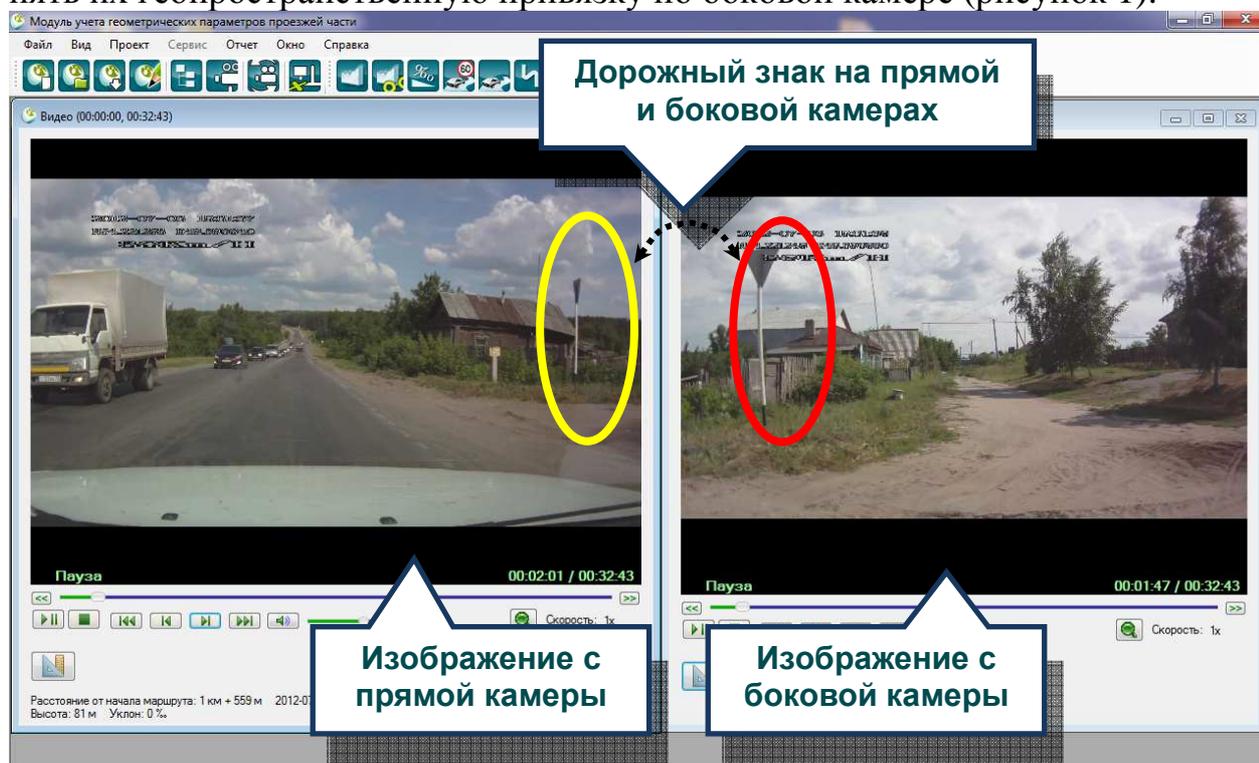


Рис. 1. Видеоизображение дороги и дорожного знака с прямой и боковой камер



По географическому положению и по распознанным параметрам объектов транспортной инфраструктуры система позволяет строить модель УДС (рисунки 2).

В геоинформационной системе «ITSGIS» в программном модуле распознавания дорожных знаков основу составляет алгоритм Виолы-Джонса, построенный на основе каскада классификаторов. Ниже приведены ключевые этапы распознавания дорожного знака в системе.

2. Приведение исходного изображения к виду, не зависящему от условий регистрации изображения: степень освещенности, неравномерность распределения яркости от источников света, размытость, зашумленность и т.п.

3. Выделение на полученном изображении потенциальных областей, содержащих дорожный знак. Для этого изображения представляются в интегральном виде, что позволяет быстро вычислять необходимые объекты.

Интегральное представление изображения представляет собой матрицу, размерность которой совпадает с размерностью исходного изображения. Элементы матрицы рассчитываются по формуле:

$$A(x, y) = \sum_{i=0, j=0}^{i \leq x, j \leq y} I(i, j) \quad (1)$$

где $I(i, j)$ – яркость пиксела исходного изображения.

Каждый элемент матрицы $A(i, j)$ представляет собой сумму пикселей в прямоугольнике от $(0,0)$ до (x, y) . Расчет матрицы занимает линейное время, пропорциональное числу пикселей в изображении.

Интегральное представление имеет особенность. По интегральной матрице можно быстро вычислить сумму пикселей произвольного прямоугольника, произвольной площади.

4. Проведение детального анализа потенциальных областей на основе формального представления типоразмеров дорожных знаков и сокращение пространства для дальнейшего поиска. Для выбора наиболее подходящих признаков у искомого объекта на данной части изображения используется бустинг – процедура последовательного построения композиции алгоритмов машинного обучения, когда каждый следующий алгоритм стремится компенсировать недостатки композиции всех предыдущих алгоритмов.

Резонность использования бустинга – простота, универсальность, гибкость (возможность построения различных модификаций), и, главное, высокая обобщающая способность. Все признаки поступают на вход классификатора, который дает результат: «истина» или «ложь».

5. Приведение к стандартному размеру графического изображения дорожного знака с коррекцией качества изображения.

6. Предварительное определение класса и формы знака: в привязке к действующим стандартам: ГОСТ Р 52290-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования», ГОСТ 10807-78* «Знаки дорожные. Общие технические условия» и ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила при-



менения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств».

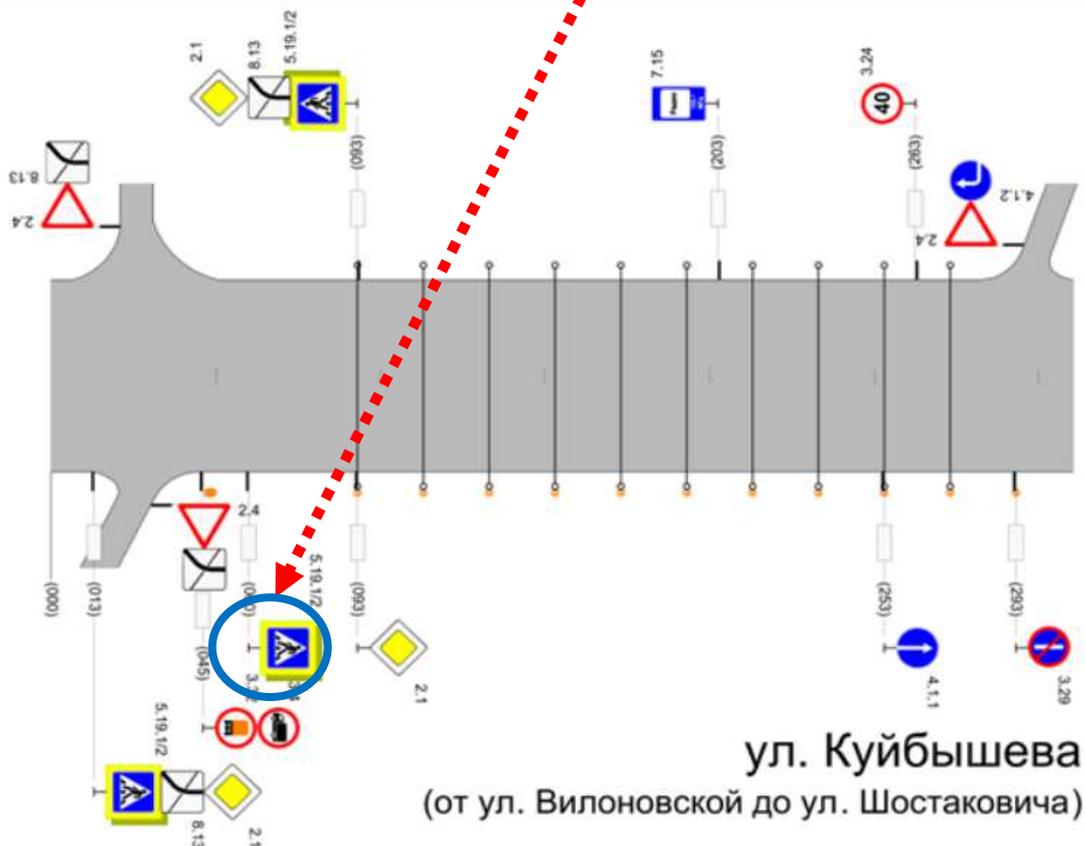
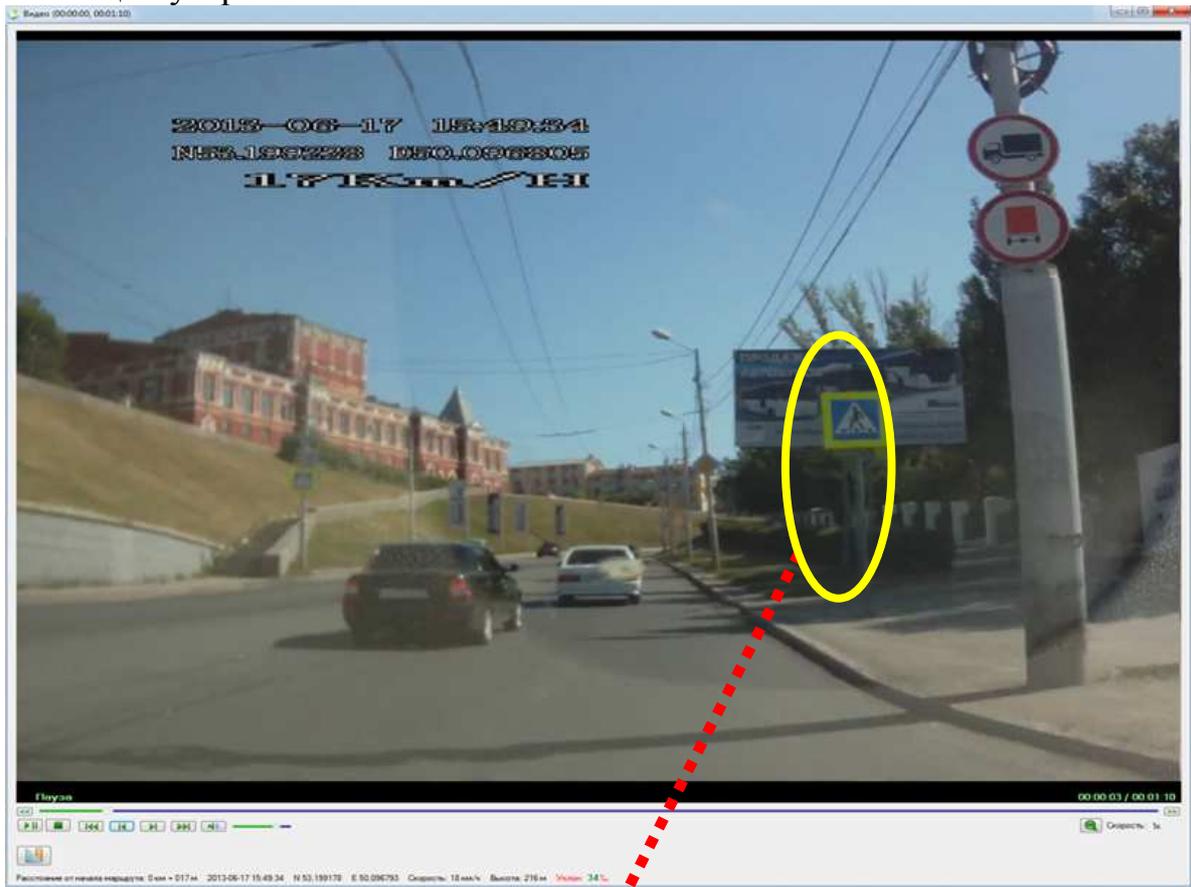


Рис. 2. Построение модели УДС по геовидеомаршруту



7. Извлечение отдельных элементов и символов знака и их распознавание: анализ элементов по ключевым характеристикам, независимым от масштаба, используемого шрифта, геометрических искажений и разрывов.

8. Уточнение результатов распознавания на основе информации о форме знака и по результатам из предыдущих кадров. На данном этапе производится логический контроль значений номиналов знаков (разрешенная скорость, ограничение высоты, максимальной массы, расстояние до объекта и др.) в соответствии с действующими стандартами.

Для получения высоких результатов распознавания, обработанные изображения должны содержать в себе дорожные знаки с приемлемо высокими пространственным разрешением и контрастностью.

Некоторыми типичными проблемами изображений при распознавании дорожных знаков являются:

- низкое разрешение;
- смазанное изображение;
- низкий контраст (равномерно загрязненное изображение);
- неравномерное освещение (тень или яркий свет);
- сильное искажение.

Для решения большинства из этих проблем и для обеспечения приемлемого качества распознавания достаточно использовать видеорегистраторы с камерами высокого разрешения (720p и выше) и производить видеосъемку при хороших погодных условиях.

В результате внедрения системы будет проведен анализ объектов ТСОДД, установленных на улицах города. В результате анализа могут быть выявлены объекты, установка которых необходима. Планируется провести анализ оптимальности установки объектов ТСОДД по основным критериям, таким как безопасность дорожного движения, пропускная способность участков, средняя скорость движения транспортных средств. Подобный анализ позволит оптимизировать организацию дорожного движения в масштабах как некоторого участка УДС, так и некоторого района, и в дальнейшем всего города.

Литература

1. Журкин, И.Г. Геоинформационные системы [Текст]/И.Г. Журкин. – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. 272 с.
2. Чигорин, А.А. Распознавание знаков дорожного движения на изображениях с обучением на синтетических данных [Текст] / А.А. Чигорин, А.А. Конев, Г.Р. Кривовязь, А.Б. Велижев, А.С. Конушин. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2010.
3. Михеева Т.И., Михеев С.В., Макарова М.С. Геоинформационная система «ITSGIS. Дислокация объектов» / Материалы региональной научно-практ. конф., посвященной 50-летию полета человека в космос. Самара, 2011. С. 230-231.
4. Сидоров, А.В. Автоматическое распознавание объектов транспортной инфраструктуры по видеокадру [Текст] / А.В. Сидоров, Д.А. Михайлов, А.А.



Федосеев // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. РГРТУ. – Рязань, 2013. С. 195-196.

Т.И. Михеева, А.А. Осьмушин, С.В. Михеев

СРЕДСТВА ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ V2I В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ В УСЛОВИЯХ ПРИСУТСТВИЯ КРИТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В рамках сотрудничества СГАУ и компании Интелтранс разрабатывается модуль геоинформационной системы «ITSGIS», реализующий адаптивное управление транспортными потоками в условиях критических ситуаций, возникающих на улично-дорожной сети (УДС). Модуль базируется на использовании интеллектуальных транспортных систем, в частности, применяются средства коммуникации V2I (Vehicle-to-Infrastructure, транспортное средство – инфраструктура). В данной сфере накоплен значительный мировой опыт, на основании которого производится проектирование и разработка модуля системы.

Возникновение нештатных ситуаций на улично-дорожной сети населённого пункта приводит к затруднению движения транспортных средств. С ростом количества автомобилей актуальность проблемы перенаправления в критических ситуациях транспортных потоков на другие участки УДС возрастает из-за невозможности адекватного роста площади дорог.

Приоритетными направлениями развития интеллектуальных транспортных систем являются обеспечение безопасности дорожного движения и минимизация времени проезда. К функциям ИТС этого вида относятся: прогнозирование критических ситуаций, выявление заторов и дорожно-транспортных происшествий, разработка планов действий в критических ситуациях, информирование участников движения о возникновении нештатных ситуаций, перенаправление транспортных потоков с целью снизить нагрузку на участки УДС, подверженные влиянию критических ситуаций [1]. Преимуществом ИТС при работе в этих условиях является возможность интеграции всех источников информации, а также наличие алгоритмов и механизмов адаптивного управления дорожным движением. Динамические системы выбора маршрута движения позволяют учесть персональные потребности каждого участника движения в рамках глобальных целей дорожного движения.

ИТС позволяют реализовать следующие виды маршрутной навигации:

- автономное управление маршрутом при использовании водителем бортового компьютера с базой данных о транспортной сети для выбора маршрута движения;



- динамическое управление маршрутом при двухстороннем обмене информацией между водителем и подсистемой информационного провайдера;
- динамическое управление маршрутом с элементами автоматического вождения автомобиля при помощи адаптивного круиз-контроля и других компьютерных бортовых систем.

Средствами воздействия на транспортные потоки в системах адаптивного управления дорожным движением являются управляемые дорожные знаки и табло переменной информации, радиотрансляции, придорожные передатчики, системы спутниковой навигации. Совокупность таких средств представляет собой способ обмена данными Vehicle to Infrastructure (V2I). Средства V2I, используемые в ИТС, представлены на рис. 1. Обмен данными Vehicle to Vehicle (V2V), осуществляемый непосредственно между транспортными средствами по радиоканалам, способствует расширению зоны распространения информации и является необходимым условием децентрализации ИТС.



Рис. 1. Структурная схема обмена информацией V2I

Глобальная навигационная система GPS используется для передачи навигационных сигналов на всю территорию земного шара, позволяет определять координаты любого объекта, скорость его движения и точное время. В структуру навигационной системы входят спутники, наземные системы управления (в том числе и ИТС) и пользовательские устройства.

Отечественная альтернатива GPS – глобальная навигационная спутниковая система «ГЛОНАСС» развернута в начале 90-х гг. Создание «ГЛОНАСС», единой информационной транспортной системы России, единой логистической системы комбинированных перевозок осуществляется в настоящее время по



госзаказу с привлечением заинтересованных в транзитных перевозках и совместимости информационной базы логистических систем [2].

Схема принятия решений в процессе управления транспортными потоками при возникновении критической ситуации приведена на рисунке 2.

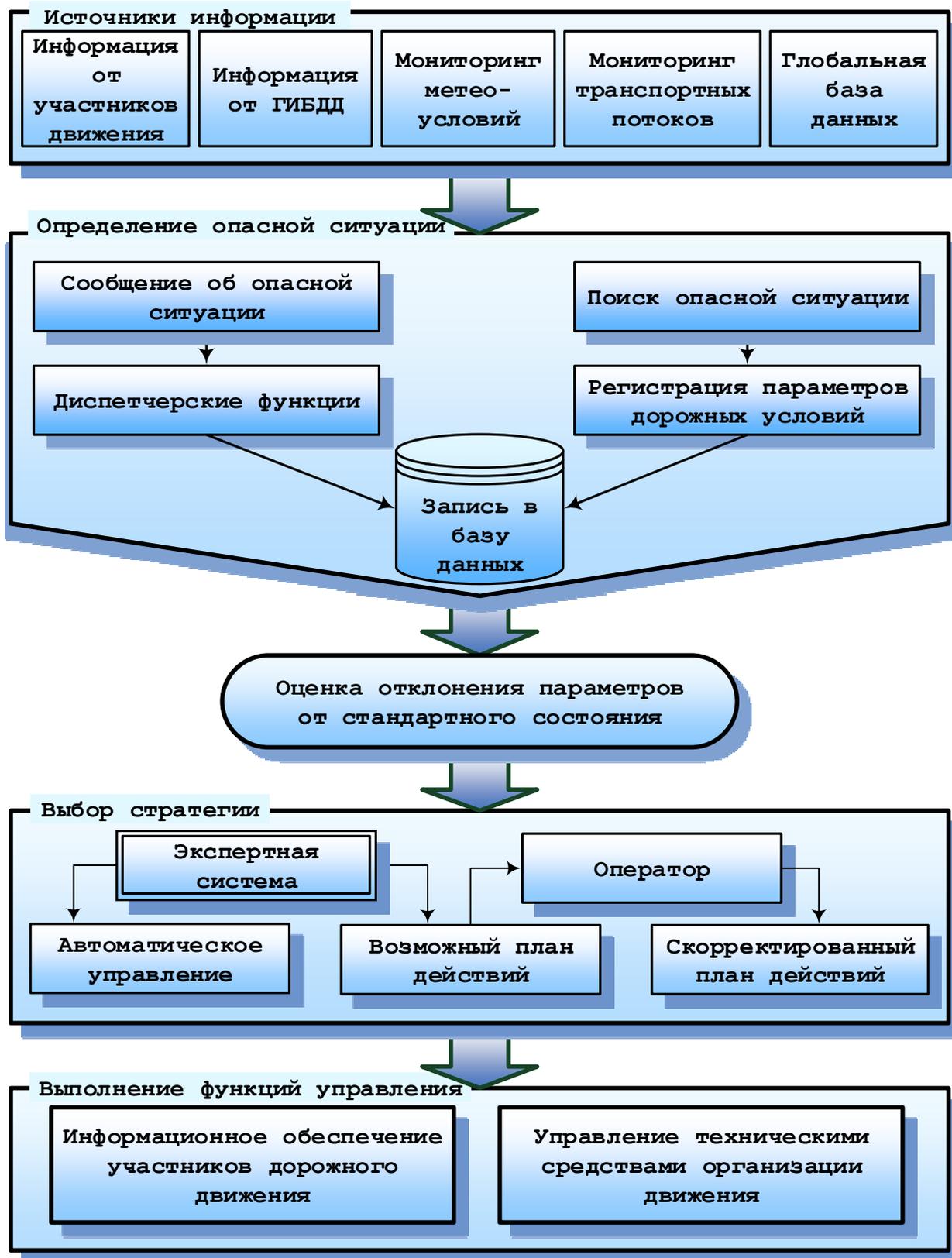


Рис. 2. Управление транспортными потоками в критических ситуациях



Примером такой системы является COMPANION (Мюнхен) [3] – система информирования участников движения на скоростных магистралях о потенциально опасных участках на маршруте движения, дорожной обстановке (затор, аварийные работы, дорожно-транспортное происшествие) с помощью специальных световых маяков, установленных на трассе через каждые 50 м. Система COMPANION способствует предупреждению одиночных и множественных ДТП за счет анализа и идентификации потенциально опасных ситуаций, возникающих во время движения транспортного потока. Источниками информации для принятия системой решения являются цифровые видеокамеры, детекторы тумана, микроволновые транспортные детекторы, устанавливаемые через 250 м.

Такая насыщенность дороги транспортными детекторами позволяет получить высокую степень разрешения при выявлении резких колебаний характеристик транспортных потоков, что является одним из основных признаков опасной ситуации. Система COMPANION имеет возможность взаимодействия с автомобилями, снабженными GPS-навигаторами, отображая на цифровых картах информацию об опасных участках на маршруте следования, выдавая рекомендации по скоростному режиму и безопасной дистанции.

Автоматизированная система обнаружения дорожно-транспортных происшествий VELEC разработана во Франции и эксплуатируется в Бельгии, Испании, Германии. Система функционирует на основе информации о характеристиках транспортных потоков, поступающей от транспортных детекторов и цифровых видеокамер. При анализе транспортных потоков происходит идентификация автомобилей, движущихся с резкими колебаниями скорости, медленно движущихся и остановившихся автомобилей.

В последние годы значительное развитие получили методы и технические средства контроля за выполнением установленных ограничений скорости движения. В настоящее время только в Нидерландах реализуется более 50 различных программ подобного направления на скоростных магистралях, дорогах общего пользования, УДС городов [1]. Водители получают информацию о регламентируемой скорости движения и автоматизированно ведущем контроле за соблюдением регламента, осуществляемом различными техническими средствами от мобильных радаров до постоянно работающих цифровых видеокамер.

Приведенные в таблице 1 данные исследований в Австралии и Англии показывают, что эффективность контроля скорости с помощью компонентов ИТС выше по сравнению с типичными методами контроля, связанными с физическим присутствием дорожных полицейских [4].

Анализ ДТП с участием грузовых автомобилей показывает, что значительная доля аварий происходит в динамически узких местах, на участках с ограничением скорости и запрещением обгона, в зонах дорожных работ. Система предупреждения ДТП [5] разработана на основе технологий ИТС и обеспечивает идентификацию грузовых автомобилей в процессе движения, информационное обеспечение с помощью управляемых дорожных знаков. При идентифика-



ции грузовых автомобилей на подходе к этому участку происходит взвешивание автомобиля в движении, определение числа осей и типа автомобиля, его скорости и интервала до впереди идущего транспортного средства. С учетом этой информации и данных о транспортно-эксплуатационных и геометрических характеристиках дороги определяется безопасная скорость для данного типа автомобиля. Это значение скорости с соответствующим пояснением отображается на информационном табло управляемых дорожных знаков.

Таблица 1. Эффективность контроля скорости с помощью компонентов ИТС

Периоды наблюдений	Доля автомобилей, превышающих установленный скоростной режим, %	
	Физическое присутствие полицейских	Интеллектуальная транспортная система
До начала контроля скорости	77	60
Во время контроля скорости	23	12
По окончании контроля скорости (регистрации скорости при ИТС)	71	8

Моделирование, проведенное в Японии, показало, что ТС, оборудованные навигационными устройствами для оперативного выбора маршрута, могут сэкономить до 11% времени проезда, для условий Лондона - 6-7% времени проезда. Если 100% всех транспортных средств будет оборудовано такой системой, время проезда сократится на 6% [6].

В настоящее время подобные навигационные системы устанавливаются на многих моделях грузовых и легковых автомобилей в заводской комплектации.

Компания Интелтранс разрабатывает и производит светодиодные дорожные знаки, в том числе и знаки переменной информации, способные интегрироваться в интеллектуальную транспортную систему на базе геоинформационной системы «ITSGIS» [7]. В данную систему включены разработанные модули управления транспортными потоками в условиях присутствия нештатных ситуаций на УДС. Система содержит в себе граф УДС города, паспортные и статистические данные дорог и транспортных потоков, модули дислокации дорожных знаков, светофоров и прочих объектов и т.п. Наличие большого количества хранимой в системе информации позволяет осуществлять моделирование дорожного движения и реализовать сложные алгоритмы управления транспортными потоками, зависящие от множества параметров.

Литература

1. Михеева, Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем [Текст] / Т.И. Михеева – Самара: Самар. науч. центр РАН, 2008. – 380 с.
2. Gilev S.E., Gorban A.N., Mirkes E.M. Several methods for acceleration the training process of neural networks in pattern recognition. USSR Academy of Sciences, Siberian Branch, Institute of Biophysics, Krasnoyarsk, 1990. Preprint N 146.



3. Schatz P. COMPANION for the road. //Traffic technology international. Annual Review. April/May, 1998. Pp. 103-106.
4. Bauman D., Fierro D. Intelligent Transportation System in plain English // Traffic technology international, Oct/Nov, 1998. Pp. 53-56.
5. Daniel T., Lepers B. Automatic incident detection: a key tool for Intelligent traffic management // Traffic technology international. Annual Review, 1996. P. 158-162.
6. Inose H., Fujisaki, Hamada T. Road traffic control theory based on a macroscopic traffic model. - Journal of the Institute of electrical engineers of Japan, 1967, vol. 87. P. 1591-1600.
7. Осьмушин А.А. Светодиодные знаки для управления транспортными потоками // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/106-8077>.

О.Н. Сапрыкин, О.В. Сапрыкина

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОДИФИКАЦИИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Известны различные типы математических моделей сложных систем, конкретный вид которых обусловлен областью их приложения, степенью охвата факторов, подробностью отображений физических явлений и целями исследования. Выделим базовые общесистемные принципы построения подобных моделей:

- разделение системы на функциональные объекты и связи;
- декомпозиция сложных систем;
- стратификация модели по уровням представлений;
- формирование стратифицированных пространств состояний.

Решение задачи модификации улично-дорожной сети требует представления исследуемой предметной области в виде структурированной цифровой модели. Математическая модель транспортной инфраструктуры представляется совокупностью трех составляющих $\{\tilde{\Theta}, \tilde{S}, \tilde{O}\}$: $\tilde{\Theta}$ – улично-дорожная сеть; \tilde{S} – макромодель транспортного потока; \tilde{O} – дорожные объекты.

Улично-дорожная сеть $\tilde{\Theta}$ – это совокупность 3-х множеств $\{\Theta^x, \tilde{V}, \tilde{E}\}$: участков дороги, узлов и дуг, соответственно. Элементы каждого множества имеют определенный набор параметров. Причем Θ_i может представлять как всю улично-дорожную сеть города, так и отдельные его части



вплоть до границ одного участка θ_i^x . Разделение участка на более мелкие участки проводится по параметрам других составляющих модели и обусловлено условием решаемой задачи. Вид перекрестка обусловлен только его конфигурацией: количеством дуг и узлов, количеством примыкающих участков, при этом концептуальная модель улично-дорожной сети остается неизменной.

Триада $\{\Theta^x, \tilde{V}, \tilde{E}\}$ является базисом математической модели транспортной инфраструктуры, все остальные объекты так или иначе привязаны к этому базису (рисунок 1).

В рамках макроскопического подхода транспортный поток $\tilde{S} = \{\tilde{s}_i\}$, $i = 1, 2, \dots, n$, движущийся по улично-дорожной сети - дугам $\tilde{e}_i \in \tilde{E}$, характеризуется общей средней скоростью v , плотностью потока k и интенсивностью движения I в определенный момент времени в определенном месте улично-дорожной сети. Пусть $\tilde{O} = \{o_i^x\}$, ($\tilde{O} \neq \emptyset$) - множество дорожных объектов, оказывающих прямое или опосредованное влияние (управление) на транспортный поток \tilde{S} . Дорожные объекты дислоцированы на улично-дорожной сети - на дугах $\tilde{e}_i \in \tilde{E}$ орграфа G , содержащее в себе следующие подмножества:

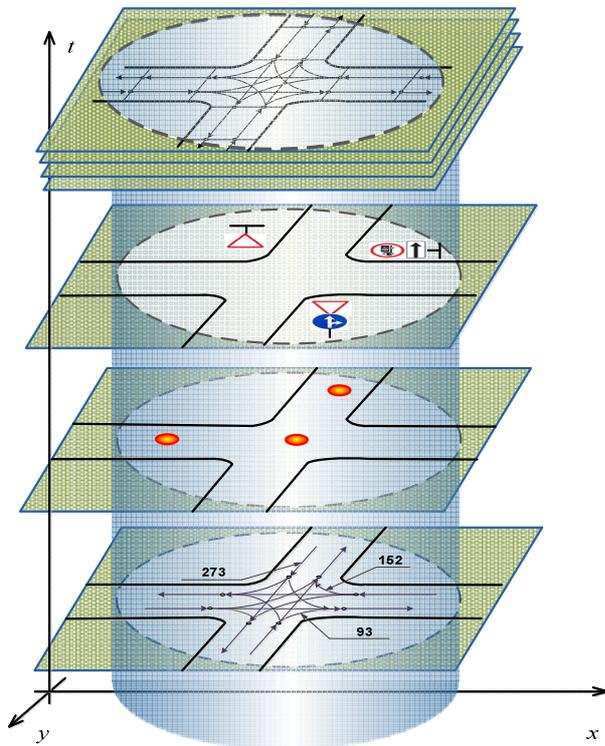


Рис. 1. Разнотипные объекты транспортной инфраструктуры в базисе улично-дорожной сети.

$O^I \subset \tilde{O}$ - множество дорожных объектов - инциденты;

$O^S \subset \tilde{O}$ - множество дорожных объектов - предприятия автотранспортного сервиса;

$O^T \subset \tilde{O}$ - множество дорожных объектов - технические средства организации дорожного движения.

Влияние может быть разной природы: управляющим, вносящим помехи или способствующим беспрепятственному проезду. Влияние может оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на транспортный поток.

В общем случае дорожный объект описывается своим местоположением в базисе $\{\Theta^x, \tilde{V}, \tilde{E}\}$ и рядом атрибутов, специфичных для конкретного типа дорожного объекта. Существует единственная дуга $\tilde{e}_i \in \tilde{E}$ орграфа G , на которой распо-



ложен дорожный объект.

С использованием разработанной модели, решается задача модификации улично-дорожной сети города. На основе существующей улично-дорожной сети и с учетом параметров транспортного потока, рассчитываются акупунктурные точки города (точки притяжения транспортных потоков). Совокупность разнотипных объектов транспортной инфраструктуры и полученные акупунктурные точки служат входными параметрами задачи локализации дорог транспортной сети.

Литература

1. Михеева Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем/ Самара: Самар. науч. центр РАН, 2008. 380 с.
2. Михеева Т.И., Сапрыкин О.Н. Нейросетевое управление пространственно-координированными объектами транспортной инфраструктуры. – Самара: D.S. Style, 2011. 217 с.
3. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков/ Автоматика и телемеханика, № 11. 2003. С. 3–46.

А.А. Федосеев, Ю.Н. Журавель

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Эффективное управление объектами современной дорожно-транспортной инфраструктуры связано с возможностью получения достоверной и точной информации о состоянии её статических объектов, типичным примером которых являются дороги. Развитие систем дистанционного зондирования позволило использовать материалы гиперспектральной съёмки для решения задач мониторинга объектов транспортной инфраструктуры.

Средствами получения гиперспектральной информации являются датчики, размещённые как на космических аппаратах (КА), так и на воздушных носителях. В результате съёмки имеется набор данных видимого, ближнего инфракрасного и коротковолнового диапазона спектра, из которых необходимо выделить специальную информацию об объектах интереса.

При обработке гиперспектральных данных возникает ряд проблем, связанных с влиянием атмосферы, а также с наличием в пикселе изображения сочетания нескольких видов материалов (проблема «смешанного пиксела»).

Гиперспектральные данные содержат информацию не только о поверхности, но и о состоянии атмосферы. При прохождении солнечного излучения через атмосферу происходит изменение его интенсивности, вызванное влиянием присутствующих в атмосфере газов и аэрозолей. Изменение интенсивности из-



лучения происходит главным образом за счёт процессов поглощения и рассеяния. Так, для устранения этого искажающего фактора и перевода изображения из единиц спектральной яркости в единицы спектрального коэффициента отражения производится специальная процедура атмосферной коррекции. Существует два класса алгоритмов атмосферной коррекции: эмпирические и физические. Первый тип алгоритмов основан на использовании статистических характеристик изображения и осуществляет скорее калибровку, а не компенсацию. Восстановить истинные параметры атмосферы в момент съёмки можно только на основе физических моделей. Классическая атмосферная коррекция осуществляется в три этапа. На первом восстанавливаются параметры атмосферы, главным образом, характеристики аэрозоля (дальность видимости и, по возможности, «тип» аэрозоля) и величина столба водяных паров. Так как существующие методы позволяют восстановить аэрозоли лишь по весьма ограниченному набору типов поверхностей (вода и очень тёмная почва), обычно рассчитывается только средняя дальность видимости по сцене. Спектральная сигнатура водяных паров довольно специфична, что позволяет оценить их количество для каждого пиксела сцены. Второй шаг – решение уравнения радиационного переноса для заданного типа аэрозоля и столба водяных паров с целью пересчёта зафиксированного датчиком излучения в коэффициенты отражения поверхности. Заключительный этап – дополнительная обработка, так называемая «спектральная доводка», устраняющая оставшиеся артефакты.

Основными методами автоматизированного спектрального анализа являются классификация и обнаружение целей. Основной проблемой спектральной селекции является неоднородность содержащегося в пикселе материала. Этот факт объясняется, во-первых, тем, что естественные поверхности редко состоят из однородного материала. Во-вторых, суммарное излучение от всех объектов в пределах элемента пространственного разрешения фиксируется аппаратурой как одиночный пиксел изображения. Смешанные пикселы оказывают значительное влияние на дешифрирование изображений. Использование целочисленных методов классификации смешанных пикселов приводит к ошибкам в определении площадей, т.к. каждый пиксел может быть отнесён только к одному конкретному классу, хотя при низком пространственном разрешении фактически он содержит два и более класса. Кроме того, смешанный пиксел может оказаться не согласованным ни с одним из эталонов или, напротив, иметь сходство со спектральной сигнатурой другого эталона, который в действительности отсутствует в этом пикселе. Проблема смешанного пиксела не решается простым улучшением пространственного разрешения, т.к. при этом появляются детали изображения, не регистрируемые ранее, т.е. вводятся новые спектральные классы. Более точные результаты дают методы субпиксельной обработки. Алгоритмы спектрального разделения используют широкий набор математических технологий для определения исходных компонентов смеси и оценки их процентного содержания.

Известным методом спектрального разделения является согласованная фильтрация. Согласованные фильтры повышают контраст цели относительно



фона, который может быть представлен в виде структурированной или стохастической модели [1]. На выходе формируется изображение, в котором значения пикселей соответствуют процентному содержанию искомого эталона в элементах сцены (в интервале от 0,0 до 1,0). Другой путь преобразования данных с целью увеличения различий между фоном и объектами интереса – декорреляция изображений, полученных в различных спектральных каналах, с использованием метода главных компонент (РСА). Однако малые объекты интереса не вносят существенного вклада в статистику и могут не проявиться в новых компонентах. Для решения этой проблемы используется метод независимых компонент (ИСА), позволяющий с большей вероятностью обнаружить редкие объекты. Он удобен тем, что не требует знания исходных источников и основан на предположении, что среди компонентов смеси не более чем один имеет гауссовское распределение, а также что они статистически независимы, т.е. ни один из них не передаёт никакой информации другим компонентам. Помимо независимости, для того чтобы гарантировать единственное решение, необходимо чтобы количество наблюдаемых компонент было не меньше, чем число исходных сигналов [2].

В качестве исходных данных выбран снимок с КА EO-1 (датчик Hyperion) территории Самарской области. Аппаратура Hyperion производит съёмку в 242 каналах в диапазоне от 420 до 2400 нм с пространственным разрешением 30 м.

На рисунке 1 показан пример обнаружения дорожного покрытия по эталону, взятому из спектральной библиотеки Геологической службы США (USGS). Поскольку проекция пиксела для датчика составляет 30 м, заведомо понятно, что все дороги представляют собой субпиксельные объекты, чаще всего смешанные с растительностью или грунтом. Согласованная фильтрация позволяет найти их на изображении.

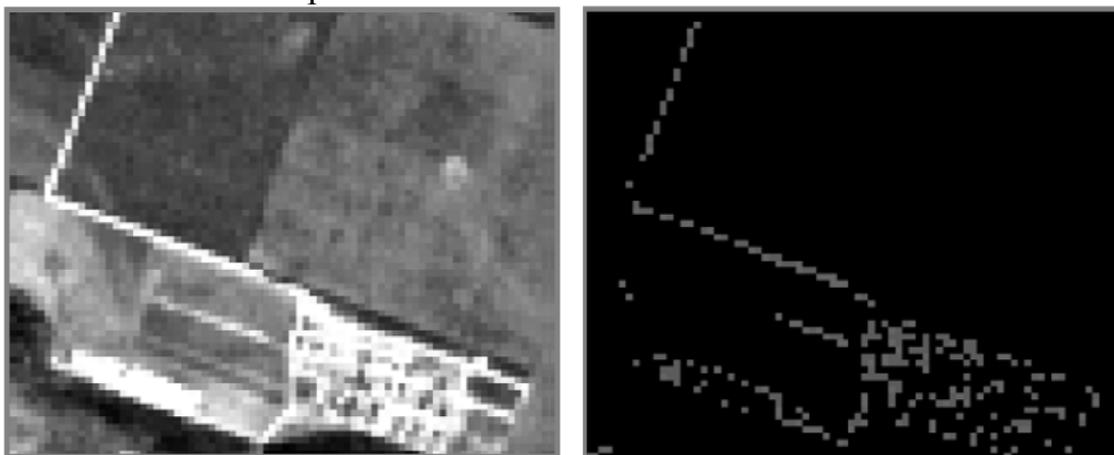


Рис. 1. Обнаружение дорожного покрытия методом согласованной фильтрации

Метод независимых компонент с помощью двумерных диаграмм рассеяния позволил выделить на гиперспектральном снимке эталоны четырёх объектов интереса (рисунок 2).

По этим спектральным эталонам с помощью метода согласованной



фильтрации были выявлены сами объекты (рисунок 3). Полученные результаты показывают возможности обнаружения, классификации и мониторинга объектов транспортной инфраструктуры по космическим снимкам среднего разрешения. Для тщательного и подробного анализа рекомендуется использовать данные высокого пространственного разрешения.

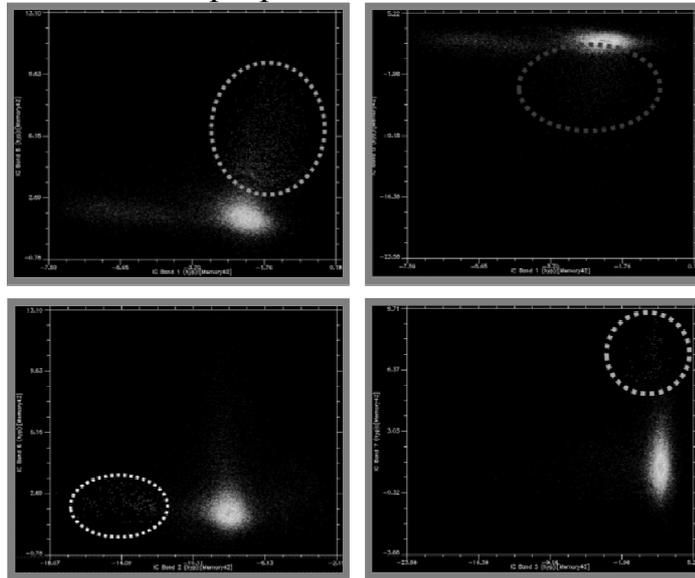


Рис. 2. Выделение эталонов объектов интереса

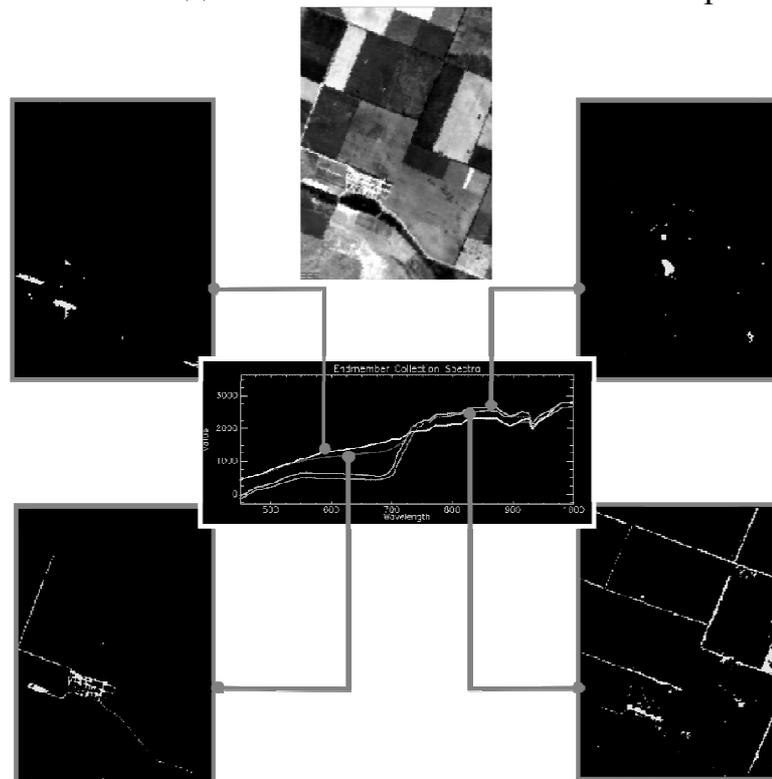


Рис. 3. Обнаружение объектов интереса по спектральным характеристикам

Литература

- 1 West, J.E. Matched Filter Stochastic Background Characterization for Hyperspectral Target Detection / College of Science. Rochester Institute of Technology. – 2005.



2 Robila, S.A Investigation of Spectral Screening Techniques for Independent Component Analysis Based Hyperspectral Image Processing [Электронный ресурс] / URL: <http://www.cs.uno.edu/~stefan>.

Т.И. Михеева, О.К. Головнин, А.В. Сидоров, Н.А. Кузнецов

ПЛАГИН ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ITSGIS» «ДИСЛОКАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ»

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Геоинформационная система (ГИС) «ITSGIS» – одно из направлений информационных технологий, ориентированное на работу с пространственно-привязанной информацией. «ITSGIS» использует особый тип информации – пространственную (географическую) и связанные с ней базы данных, эта информация может быть социальной, политической, экологической или демографической, то есть любой, которая может быть отображена на карте.

Применение ГИС-технологий позволяет резко увеличить оперативность и качество работы с пространственно-распределенной информацией по сравнению с традиционными «бумажными» методами.

«ITSGIS» позволяет вести учет численности, структуры и распределения населения и одновременно использовать эту информацию для планирования развития социальной инфраструктуры, транспортной сети, оптимального размещения объектов здравоохранения, сил правопорядка, автомобильных заправочных станций (АЗС) и т.п.

«ITSGIS» – это ГИС с многослойной электронной картой города, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской инфраструктуры (дома, дороги, дорожные знаки, остановки общественного транспорта и др.), специализированными геообъектами (ДТП, места работ, ведущихся на улично-дорожной сети, и др.). «ITSGIS» предназначена для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской инфраструктуры на основе геоинформационной системы.

Разработанный плагин дислокации АЗС является дополнением к основному модулю геоинформационной системы «ITSGIS» и позволяет создавать и обрабатывать геообъекты городской инфраструктуры – АЗС, для учета их на электронной карте города.

Главное окно программы для работы с АЗС показано на рисунке 1.

В разработанной системе существует восемь информационных объектов: АЗС, название АЗС, тип топлива, собственник, фотографии АЗС, карта, слой АЗС на ней, геометрическое представление АЗС. Каждому объекту соответствует свой класс, характеризующийся набором полей, методов и свойств, которые регулируют процессы обработки данных. Диаграмма классов с указанием полей, методов и областей видимости представлена на рисунке 2. Для обеспе-



чения конфиденциальности информации у всех объектов должна быть определена область видимости private.

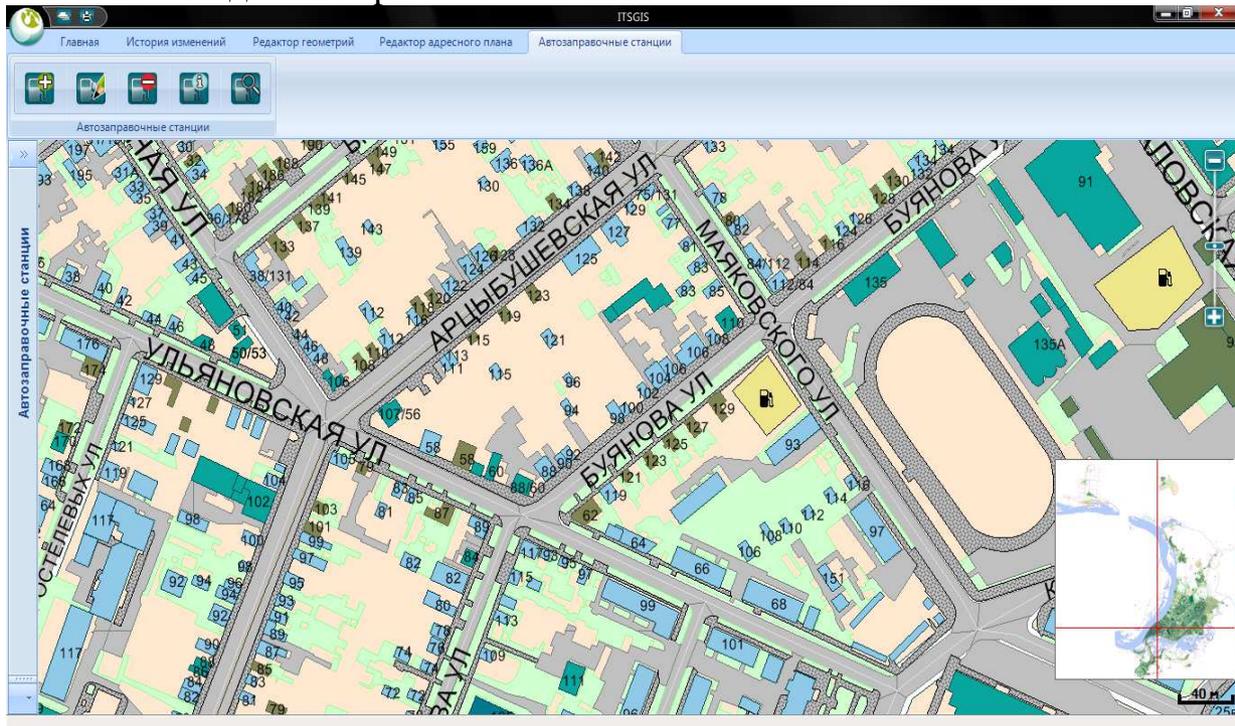


Рис. 1. Главное окно программы

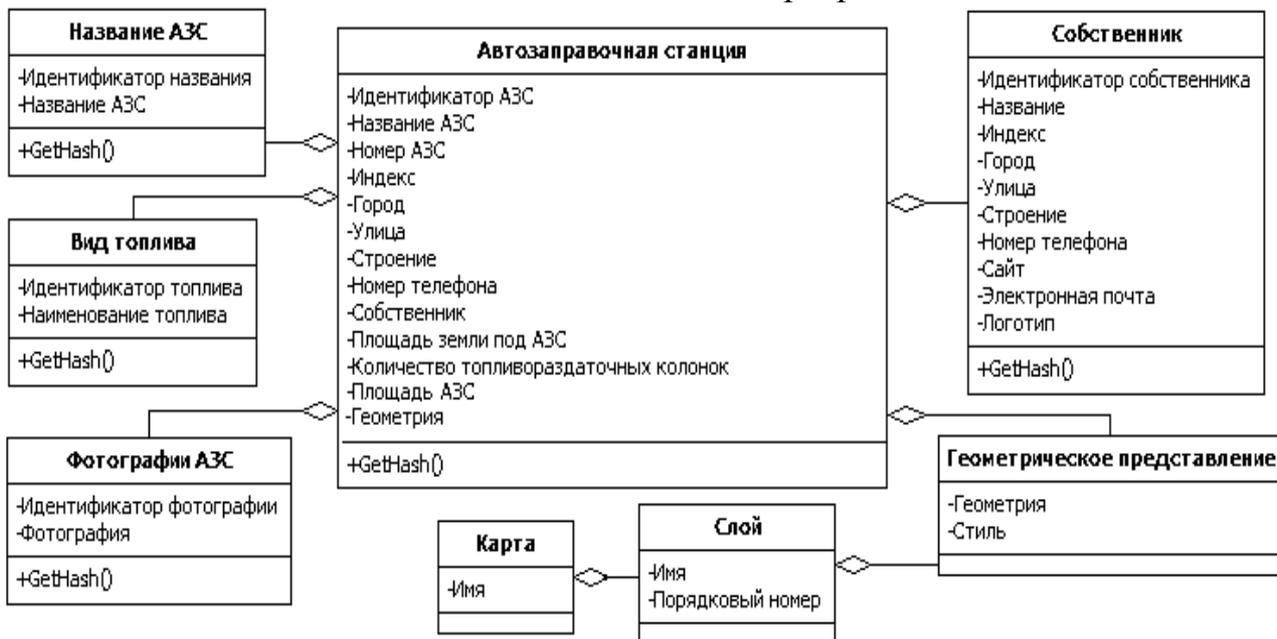


Рис. 2. Диаграмма классов

Данные АЗС хранятся в базе данных База данных (БД) – совместно используемый набор логически связанных данных (и их описание), предназначенный для удовлетворения информационных потребностей пользователей База данных является информационной моделью предметной области. Обращение к базам данных осуществляется с помощью системы управления базами данных (СУБД). В разработанной системе применена СУБД PostgreSQL – свободная объектно-реляционная система управления базами данных. Надежность PostgreSQL обеспечивается полным соответствием принципам ACID - атомар-



ность, непротиворечивость (согласованность), изолированность, сохранность данных, целостность данных. Объектно-ориентированность PostgreSQL позволяет перенести логику приложения на уровень базы данных, что сильно упрощает разработку клиентов.

Логическая модель БД разработанного плагина, основные сущности, отношения между ними представлены на рисунке 3.

Разработанная система реализована на языке C# средствами среды разработки Microsoft Visual Studio 2010 на платформе .Net. В дальнейшем планируется добавление в плагин средств создания схем планировки (размещения элементов благоустройств) и схем движения по территории АЗС.

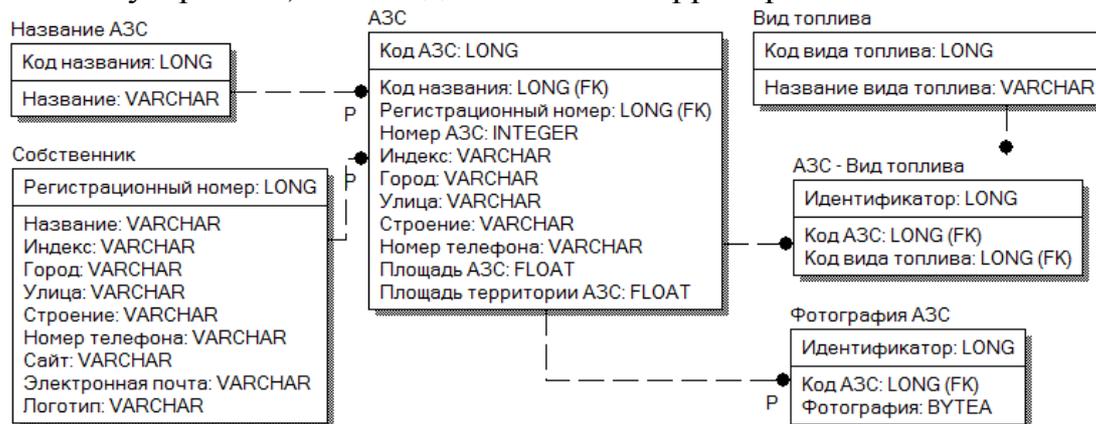


Рис. 3. Логическая модель БД

Литература

1. Михеева Т.И. Инструментальная среда для проектирования объектов интеллектуальной транспортной системы // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки» №40. Самара: СамГТУ, 2006. С.96-103.
2. Методы и средства разработки пользовательского интерфейса: современное состояние [Электронный ресурс] –<http://www.swsys.ru>.
3. Технология NHibernate [Электронный ресурс] – <http://docs.bars-open.ru/index.php/Nhibernate>.

Т.И. Михеева, Д.А. Михайлов С.В. Михеев, И.Г. Богданова

ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ МЕГАПОЛИСА

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В процессе разработок целевых программ, обоснований инвестиций и инженерных проектов строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог актуальной задачей является прогнозирование интенсивности движения транспортных потоков.

Необходимыми этапами исследования являются расчет существующей и



прогнозирование ожидаемой на некоторый перспективный период среднегодовой суточной интенсивности движения на участках сети автомобильных дорог общего пользования, на улично-дорожной сети (УДС) городов, в пригородной зоне крупных городов при оценке интенсивности движения автотранспорта, выезжающего с рекреационными целями, а также средней скорости движения автотранспортных средств, объемов грузовых и пассажирских перевозок на сети автомобильных дорог общего пользования.

Специфика прогнозирования интенсивности движения на автомобильных дорогах в городских условиях обусловлена наличием на территории города зон, предъявляющих разные требования по обслуживанию транспортом, которые могут изменяться как по времени суток, так и по структуре допускаемых на них автотранспортных средств, а именно: жилые зоны, зоны торговли, промышленные зоны, зоны непромышленного приложения труда (офисные зоны).

С целью обоснования инженерного проекта строительства жилого поселка в Калужской области произведен расчет прогнозной интенсивности движения транспортных потоков. Расчет осуществлен в среде программного модуля прогнозирования интенсивности, который является подсистемой интеллектуальной геоинформационной системы «ITSGIS». Кроме модуля прогнозирования «ITSGIS» содержит подсистему «Интенсивность транспортных потоков», позволяющую осуществлять хранение, обработку и прогнозирование распределенных данных об интенсивности транспортных потоков на улично-дорожной сети, а также визуализацию имеющейся информации на электронной карте.

Прогнозирование интенсивности движения представляет собой двухэтапную процедуру, первый этап которой заключается в прогнозе спроса на передвижения, а второй - прогнозе распределения спроса на передвижения по соответствующей улично-дорожной сети.

Опишем спрос на передвижения в городе набором матриц корреспонденций. Результатом прогноза будут являться матрицы суточных корреспонденций легкового и грузового транспорта. Матрицы корреспонденций рассчитаем между транспортными районами города, число которых исходя из численности населения в нем и уровня автомобилизации принято равным 11.

Расчет матриц трудовых и деловых корреспонденций для текущего периода и на перспективу выполняется в результате решения задачи максимизации энтропии:

$$\sum_{i=1, j=1}^N x_{ij} * \ln \left(\frac{P_{ij}}{x_{ij}} \right)$$

при ограничениях:

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} = A_i$$
$$\sum_{i=1}^N x_{ij} = B_j$$

где N – количество транспортных районов;



x_{ij} - величина трудовых или деловых корреспонденций из района i в район j , реализующихся с использованием индивидуального легкового транспорта, авт./сут.;

A_i, B_j - величины объемов отправок и прибытия трудовых или деловых корреспонденций для района i ;

P_{ij} - априорные предпочтения участников движения, пользующихся индивидуальным легковым транспортом.

$$P_{ij} = \exp(-\gamma * t_{ij})$$

где t_{ij} - время сообщения между районами i и j на легковом транспорте, определяемое в результате построения кратчайших по времени сообщения путей на графе УДС с учетом затрат времени на выход на нее; γ - коэффициент предпочтения, уточняемый в процессе калибровки.

Распределение часовых матриц корреспонденций по УДС города осуществлено путем построения равновесных потоков. Состояние равновесия на УДС характеризуется тем, что каждое транспортное средство движется по пути, обеспечивающему минимальные затраты времени на передвижение, обусловленные интенсивностью движения. При таком подходе каждая корреспонденция реализуется по пучку альтернативных путей, но количество путей в каждом пучке может меняться от одного (случай низкой загрузки или отсутствия альтернативных маршрутов) до нескольких десятков (случай высокой загрузки).

Для использования принципа равновесия определена зависимость скорости движения по участкам УДС от интенсивности транспортного потока. Для перегона улично-дорожной сети эта зависимость определяется соотношением, следующим из основной транспортной диаграммы, связывающей пропускную способность участка со скоростью движения транспортного потока.

$$v(Q) = \min \left\{ \frac{v_l * v_a}{2} * \left(1 + \frac{1}{S * \sqrt{(S^2 - S * I)}} \right) \right\}$$

где $v(Q)$ - скорость движения по перегону, км/ч;

v_l - ограничивающая скорость, определяемая дорожными знаками (60 км/ч для городских условий);

v_a - расчетная скорость, км/ч;

I - интенсивность движения, приведенных ед./ч;

S - интенсивность разгрузки очереди на регулируемом направлении, приведенных ед./ч, определяемая по формуле:

$$S = 1500x * n,$$

n - число полос движения.

На заключительном этапе расчета определена среднегодовая суточная интенсивность движения по участкам УДС города. Для перехода к среднегодовым суточным интенсивностям движения использованы часовые распределения транспортных потоков, построенные для различных часов суток и дней недели.



Результаты проведенного исследования позволили провести расчет требуемой ширины проезжей части, количество необходимых полос движения, обеспечивающих требуемое соотношение между пропускной способностью транспортных узлов и уровнем транспортной нагрузки, а также рассчитать длительность оптимального цикла светофорного регулирования.

Литература

1. Михеева, Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем [Текст] / Т.И. Михеева – Самара: Самар. науч. центр РАН, 2008. – 380 с.
2. Михеева Т.И., Михайлов Д.А, Осьмушин А.А. Корпоративная информационная система прогнозирования интенсивности транспортных потоков с использованием нейронных сетей / Организация и безопасность дорожного движения: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – С. 116-121.
3. Михеева Т.И., Михайлов Д.А. Применение данных об интенсивности транспортных потоков при организации дорожного движения/ Перспективы развития и безопасность автотранспортного комплекса: материалы II Международной научно-практической конференции, г. Новокузнецк – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2012. – С. 179-183.
4. Руководство по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах / Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации № ОС-555-р от 19.06.2003 г.

Т.И. Михеева, И.Г. Богданова, С.В. Михеев

МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Управление транспортными потоками является типичной проблемой, в которой, с одной стороны, выступают присущая ей параллельность, динамика, децентрализация и недетерминизм, а с другой – широта спектра приложений, для которых она является ключевой. Разработка и исследование эффективности различных методов управления транспортными потоками (ТрП) требует знания закономерностей их поведения на улично-дорожной сети города – интенсивности движения, плотности, распределения интервалов между транспортными средствами (ТрС) в потоке в заданном сечении, времени проезда по некоторому перегону УДС, транспортных задержек и др.

Известны два основных аспекта общей проблемы управления транспортными потоками.

1. Задача о программном управлении, заключающаяся в нахождении управляющих воздействий $u(t)$, как функций времени, которые бы к некоторому



моменту времени обеспечили переход объекта в заданное состояние при известном начальном состоянии.

2. Задача о синтезе системы, заключающаяся в нахождении уравнений, связывающих воздействие $u(t)$ с некоторыми характеристиками объекта управления.

Таким образом, одной из основных задач является выбор оператора управления $\bar{\Phi}$

$$u(t) = \bar{\Phi}[Y, Y_0, Y_k, t], \quad (1)$$

где $Y(t) = \|Y_i(t)\|_{M \times 1}$ – вектор, описывающий состояние объекта в момент времени t ; Y_0, Y_k – значения вектора Y , соответственно, в начальный и конечный моменты времени t .

При этом степень соответствия результатов поставленной цели характеризуется значением функционала $W = F\{u(t)\}$, именуемого критерием эффективности. Цель управления Z^* заключается в стремлении к минимизации величины критерия, зависящего от управляющих воздействий.

Одним из главных направлений теоретических и экспериментальных исследований в теории транспортных потоков в течение многих лет является изучение зависимостей между основными характеристиками ТрП. Несмотря на это, до настоящего времени не устранены некоторые противоречия между реальными данными и теоретическими предпосылками в основных моделях транспортного потока:

- рассеивание фактических данных параметров дорожного движения и детерминированные соотношения в макромоделях;
- постоянное значение отношения критической k_c и максимальной k_j плотности ТрП k_c/k_j для каждой из моделей и переменное значение отношения k_c/k_j в реальном ТрП;
- однотипность формы зависимости между параметрами транспортных потоков для каждой из моделей и изменение функциональной формы для реальных соотношений интенсивность–плотность, скорость–плотность;
- возможность разрывов между значениями характеристик ТрП при переходе от стабильного состояния к заторовому и гладкими соотношениями для теоретических макромоделей.

Основу детерминированных моделей ТрП составляет функциональная зависимость между его отдельными характеристиками. В стохастических моделях ТрП рассматривается как вероятностный процесс.

Для *макроскопических* моделей средняя скорость потока в каждый момент времени должна соответствовать равновесному значению при данной плотности автомобилей на дороге. Равновесная ситуация – теоретическое допущение для участков дорог без пересечений.

Микроскопическая модель движения ТрС на УДС отражает требования, предъявляемые к решению задач управления движением в условиях функцио-



нирования городских ИТС: значительные колебания режимов движения ТрС, остановки на регулируемых пересечениях и в заторах, смена полосы движения и изменение траектории движения.

Характеристики транспортного потока

Управление сложным объектом требует создания модели объекта управления – транспортного потока.

В рамках макроскопического подхода транспортный поток $\tilde{S} = \{\tilde{s}_i\}$, $i = 1, 2, \dots, n$, движущийся по улично-дорожной сети – дугам $\tilde{e}_i \in \tilde{E}$ орграфа G , характеризуется общей средней скоростью v , плотностью потока k и интенсивностью движения I в определенный момент времени в определенной точке УДС.

На основе исследований дорожного движения и практики его организации выработаны многочисленные измерители и критерии. К наиболее часто применяемым для характеристики движения показателям относятся:

- интенсивность движения I , авт./ч; авт./сут.;
- плотность транспортного потока k , авт./м, авт./км;
- скорость движения v , км/ч; м/с;
- продолжительность задержки движения D , с;
- состав транспортного потока.

Транспортный поток \tilde{S} определен типом транспортных средств, составляющих его:

$type^S \in T = \{ 'велосипед', 'мотоцикл', 'гужевая_повозка', 'легковой автомобиль', 'грузовик 1', 'грузовик 2', 'грузовик 3', 'автобус', 'троллейбус', 'автопоезд' \}$,

т.е. тип ТС: $type^S \in T = \{1, 2, \dots, N\}$; где каждому типу поставлено в соответствие число: «велосипед» - 1, «мотоцикл» - 2, «гужевая_повозка» - 3, «легковой автомобиль» - 4, «грузовик 1» - 5, «грузовик 2» - 6, «грузовик 3» - 7, «автобус» - 8, «троллейбус» - 9, «автопоезд» - 10.

Для приведения неоднородного по составу потока к «однородному», состоящему только из легковых транспортных средств, для каждого типа ТрС определен коэффициент приведения $k_i^{\tilde{S}}$. Для легкового автомобиля $k_4^{\tilde{S}} = 1$, для мотоцикла – $k_2^{\tilde{S}} = 0.5$ и т.д. Коэффициент $k_i^{\tilde{S}}$ для разных типов грузовых ТС определен их грузоподъемностью и варьируется от 1.7 для типа ТС=«грузовик 1» до 3.5 для типа ТС=«грузовик 3».

Класс «Интенсивность движения транспортного потока» $I = \{\tilde{I}_k\}$, $k = 1, 2, \dots, n$ характеризуется количеством транспортных средств, проходящих через сечение участка УДС за единицу времени t .

Объекты класса «Интенсивность движения ТрП» \tilde{I}_k специфицируются следующими характеристиками:

- уникальный номер результата измерения интенсивности $number^I \in N = \{1, 2, \dots, n\}$;



- дуга \tilde{e}_i графа G УДС Θ , на которой определяется интенсивность \tilde{I}_k ;
- количество в потоке транспортных средств определенного типа $NVehicle \in Q^{1 \times N}$, где $Q^{1 \times N}$ – множество векторов размером N ;
- значение интенсивности в приведенных единицах \tilde{I}_i^R – функция

$$\text{ReductIntens: } \tilde{I}_i^R = \sum_{i=1}^N Q_i k_i^{\tilde{s}}$$
;
- интенсивность движения трамваев \tilde{I}_i^T на заданном участке дороги (на дуге графа УДС);
- интенсивность движения пешеходов \tilde{I}_i^P на заданном участке дороги (на дуге графа УДС);
- дата измерения $Date_On \in Date[YY:MM:DD]$; Формат представления – ГГ.ММ.ДД.;
- время начала $TimeBegin \in Time[HH:MM]$ и окончания $TimeEnd \in Time[HH:MM]$ измерения интенсивности. Диапазон значений – от 00 час. 00 мин. до 23 час. 59 мин.

Совокупность этих факторов определяет имманентные свойства \tilde{P}^I класса «Интенсивность движения ТрП»:

\tilde{P}^I (Интенсивность движения ТрП) = $(\tilde{e}_i, NVehicle, \tilde{I}_i^R, \tilde{I}_i^T, \tilde{I}_i^P, TimeBegin, TimeEnd, Date_On)$.

Движение транспортных средств на перекрестке канализируется и подразделяется на право-, левоповоротные и прямые потоки, регламентированные направлениями соответствующих дуг графа УДС и установленными дорожными знаками. Интенсивность соответствующих потоков является весовыми характеристиками дуг.

Важнейшее значение в проблеме организации движения имеет временная неравномерность движения в течение года, месяца, суток и часа. Для полноценного анализа и управления транспортными потоками необходима «многослойная» информация об интенсивности ТрП.

Снимок $\tilde{I}_j^S, j = 1, 2, \dots, h$ интенсивности транспортных потоков \tilde{s}_i – множество результатов измерения интенсивности в заданный момент времени в заданных точках УДС. Снимок описывает состояние ТрП в определенные временные периоды – утренний или вечерний часы «пик», в определенных пространственных зонах – участок УДС, магистраль, регион.

Макроскопические модели движения транспортного потока

В процессе развития макроскопических моделей транспортного потока, полученных в рамках классического подхода с использованием детерминированных зависимостей между интенсивностью, плотностью и скоростью транспортного потока, к моделям предъявлялись все новые требования в соответствии с уровнем задач организации движения и перевозок:

$$v = f(k, k_j, v_0, v_w, \zeta_1, \dots, \zeta_n),$$



где k и k_J – плотность потока и максимальная (заторовая) плотность потока, соответственно; v_0 – скорость свободного движения, т. е. максимально возможная скорость на участке дороги; v_w – скорость кинематической волны при заторовой плотности; ζ_1, \dots, ζ_n – совокупность безразмерных параметров. В качестве дополнительного параметра может выступать эквивалентная дистанция:

$$\lambda = \frac{v_w}{v_0} \left(\frac{k_J}{k} - 1 \right). \quad (3)$$

При одной и той же плотности эквивалентная дистанция уменьшается с увеличением скорости, что в полной мере согласуется с требованиями обеспечения безопасности движения, поскольку фактическая дистанция остается неизменной, а эквивалентная дистанция уменьшается, свидетельствуя об усложнении ситуации.

Известны зависимости следующих типов: линейная, логарифмическая, экспоненциальная, степенная, регрессионная, разрывная, вероятностная на основе распределения скорости.

Линейная зависимость между плотностью транспортного потока k и его скоростью v . Линейная зависимость впервые была предложена Гриншилдом, выражается уравнением (4), впоследствии доработана Ричардсом (5):

$$v = v_0 \left(1 - \frac{k}{k_J} \right) \text{ и } I = v_0 k \left(1 - \frac{k}{k_J} \right), \quad (4)$$

$$v = \frac{4I_C}{k_J} \left(1 - \frac{k}{k_J} \right) \text{ и } I = \frac{4I_C}{k_J^2} k(k_J - k). \quad (5)$$

При высоких значениях скорости свободного движения v_0 применение модели Гриншилда для определения пропускной способности приводит к завышенным результатам. Для однородного потока из легковых автомобилей при максимальной плотности ТП $k_J = 140 \div 160$ авт/км и скорости при уровне пропускной способности $v_C = 45$ км/час пропускная способность достигает $1800 \div 2000$ авт/час. Расчетные значения пропускной способности для этих условий по модели Гриншилда составляют $3150 \div 3600$ авт/час. Степень соответствия расчетных и экспериментальных данных в модели Ричардса, так же, как и в модели Гриншилда, повышается при снижении скорости свободного движения.

Логарифмический тип зависимости имеют макромоделли Гринберга (6) и Эл–Хозаини (7). Модель Гринберга описывается уравнениями:

$$v = v_0 \ln \left(\frac{k_J}{k} \right) \text{ и } I = kv_0 \ln \left(\frac{k_J}{k} \right), \quad (6)$$

и при достижении пропускной способности $k_C = \frac{1}{e} k_J$. Значение нормированной плотности k_C / k_J всегда равно 0.368 при максимальной интенсивности движе-



ния. Недостатком модели является то, что при плотности, стремящейся к нулю, расчетные значения скорости превышают скорость свободного движения:

$$v = v_0 \sqrt{2 \ln \frac{k_J}{k}} \quad \text{и} \quad I = v_0 k \sqrt{2 \ln \frac{k_J}{k}}. \quad (7)$$

Максимальная интенсивность движения достигается при нормированной плотности $k_c / k_J = 0.60371$ и определяется как $I_c = e^{-0.5} v_0 k_J$. Модель Эл-Хозаини дает достоверные результаты при высокой плотности и скорости транспортного потока менее 17 км/час.

В макромоделях, основанных на *экспоненциальной зависимости* между скоростью и плотностью и представленных моделями Андервуда (8), Дрейка (9), Зырянова (10), при высокой плотности движения ($k > 0.75k_J$) расчетные значения интенсивности превышают фактические:

$$I = v_0 k \exp\left(-\frac{k}{k_J}\right), \quad (8)$$

$$I = v_0 k \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{k}{k_J}\right)^2\right), \quad (9)$$

$$I = v_0 k \left(1 - \exp\left(-\frac{k - k_J}{k}\right)\right). \quad (10)$$

Модель (7) дает достоверный результат только на участке насыщения.

Наиболее известные *степенные модели* Пайпса (11) и Д. Дрю (12) позволяют за счет коэффициента пропорциональности n трансформировать форму зависимости между плотностью и скоростью, приспособившись к конкретным экспериментальным данным.

$$I = v_0 k \left(1 - \frac{k}{k_J}\right)^n, \quad (11)$$

$$I = v_0 k \left(1 - \left(\frac{k}{k_J}\right)^{\frac{n+1}{2}}\right). \quad (12)$$

При $n=1$ уравнение (4) является частным случаем (12).

Усложнение макромоделей ТрП за счет введения дополнительных параметров (13), позволяет исследовать поведение транспортного потока в критических точках – насыщения ТрП и затора.

В качестве дополнительного параметра возьмем время прохождения участка УДС, равного длине автомобиля, движущегося со скоростью свободного движения:

$t_v = \frac{\eta}{v_0 k}$, тогда основные характеристики ТрП при уровне пропускной способности будут определены следующим образом:



$$v_c = \frac{\sqrt{2}v_0(\sqrt{\eta^2 + 1} - \sqrt{2})}{\eta^2 - 1}, \quad k_c = \frac{\sqrt{2}k_J(\sqrt{\eta^2 + 1} - \sqrt{2})}{\eta^2 - 1},$$
$$I_c = 2v_0k_J \left(\frac{\sqrt{\eta^2 + 1} - \sqrt{2}}{\eta^2 - 1} \right)^2. \quad (13)$$

Основная диаграмма транспортного потока, построенная по модели (13) для экспериментальных данных, полученных автором, представлена на рис. 1.

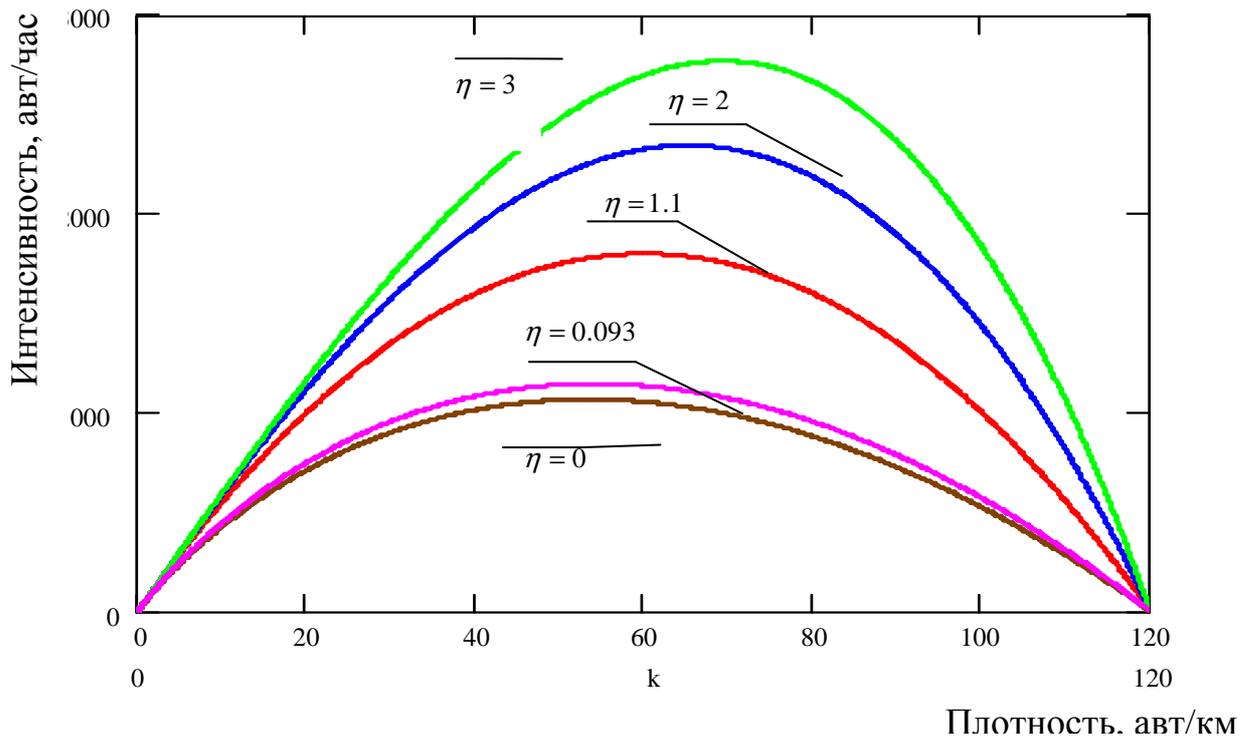


Рис. 1. Основная диаграмма транспортного потока

Литература

1. Михеева Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем [Текст]/ Т.И. Михеева – Самара: Самару науч. Центр РАН, 2008. – 380 с.
2. Клишковштейн Г.И. Организация дорожного движения. – М.: Транспорт, 1982.– 240 с.



А.В. Сидоров, И.Г. Богданова, А.А. Федосеев, А.С. Токарев

ЭКСПОРТ ДАННЫХ ИЗ ГИС «ITSGIS» В САПР «AUTOCAD»

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В настоящее время ввиду растущей и всесторонне распространяющейся информатизации общества всё более актуальным становится создание и использование геоинформационных систем (ГИС). Требования к пространственной геоинформации постоянно повышаются. Одной из наиболее главных задач является поддержание пространственных данных в актуальном состоянии, требуемом для работы административных учреждений, коммунальных и телекоммуникационных компаний, проектных и строительных фирм. В процессе деятельности проектных организаций возникает необходимость конвертации гео-данных между различными форматами инструментальных средств:

- систем автоматизированного проектирования (САПР) – AutoCAD, КОМПАС;
- геоинформационных систем – ITSGIG, MapInfo, и др.

Необходимость конвертации может быть обусловлена различными причинами. Наиболее распространёнными из них являются:

- другой формат хранения данных, используемый в другой организации или подразделении
- использование инструментария, реализованного в другой программной системе;
- требования различных стандартов на хранение проектной документации в формате САПР;
- необходимость сокращения временных затрат и устранения противоречивости пространственных данных.

Наиболее универсальным форматом хранения данных является открытый формат файлов DXF. Он был создан фирмой Autodesk для системы AutoCAD. В настоящее время поддерживается практически всеми САПР, многими известными ГИС и стал стандартом де-факто для векторных изображений в открытых операционных системах и приложениях. Данный формат позволяет хранить многослойную трехмерную векторную и растровую графику вместе с атрибутивными данными. Файл обмена чертежами представляет собой обычный текстовый файл в кодах ASCII, в котором находится текстовая информация в специально заданном формате. Структура файла DXF представлена на рисунке 1.

Объекты в файле называются графическими примитивами. Графическая информация в формате DXF хранится по слоям. Важным типом графических примитивов в DXF является понятие блока, в котором может храниться любой набор геометрических примитивов, текст и атрибутивные данные. В файле DXF блоки хранятся отдельно в секции блоков; сам же чертеж создается по инфор-



мации, содержащейся в секции графических примитивов. В секции графических примитивов могут находиться ссылки на конкретные блоки с координатной привязкой блока на чертеже. Один и тот же блок может многократно появляться на чертеже, используя разную координатную привязку и параметры ориентации.



Рис. 1. Структура файла

В целях сокращения временных затрат и устранения противоречивости пространственных данных разработано программное обеспечение, позволяющее использовать информацию, хранимую в базе геоданных «ITSGIS» для формирования документации в формате САПР AutoCAD. Модель «сущность-связь» представлена на рисунке 2. Для решения поставленной задачи разработано специальное программное обеспечение «Экспорт в AutoCAD» – встраиваемый модуль (plugin) к клиентской части интеллектуальной транспортной геоинформационной системы «ITSGIS». Данное решение позволяет в интерактивном режиме выбрать на карте область, с возможностью выбора необходимых слоев, из которой будет производиться выгрузка конвертируемых пространственных данных.

Программный модуль «Экспорт в AutoCAD» реализует следующие функции (рисунок 3):

- выбор области карты для экспорта;
- выбор необходимых слоев для конвертации, с возможностью изменения стиля;
- задание порядка следования слоев;
- экспорт данных в DXF-файл.

Корректно введенные настройки позволяют модулю «Экспорт в AutoCAD» конвертировать пространственную информацию из формата «ITSGIS» в формат САПР AutoCAD с сохранением условных обозначений, используемых в ГИС.

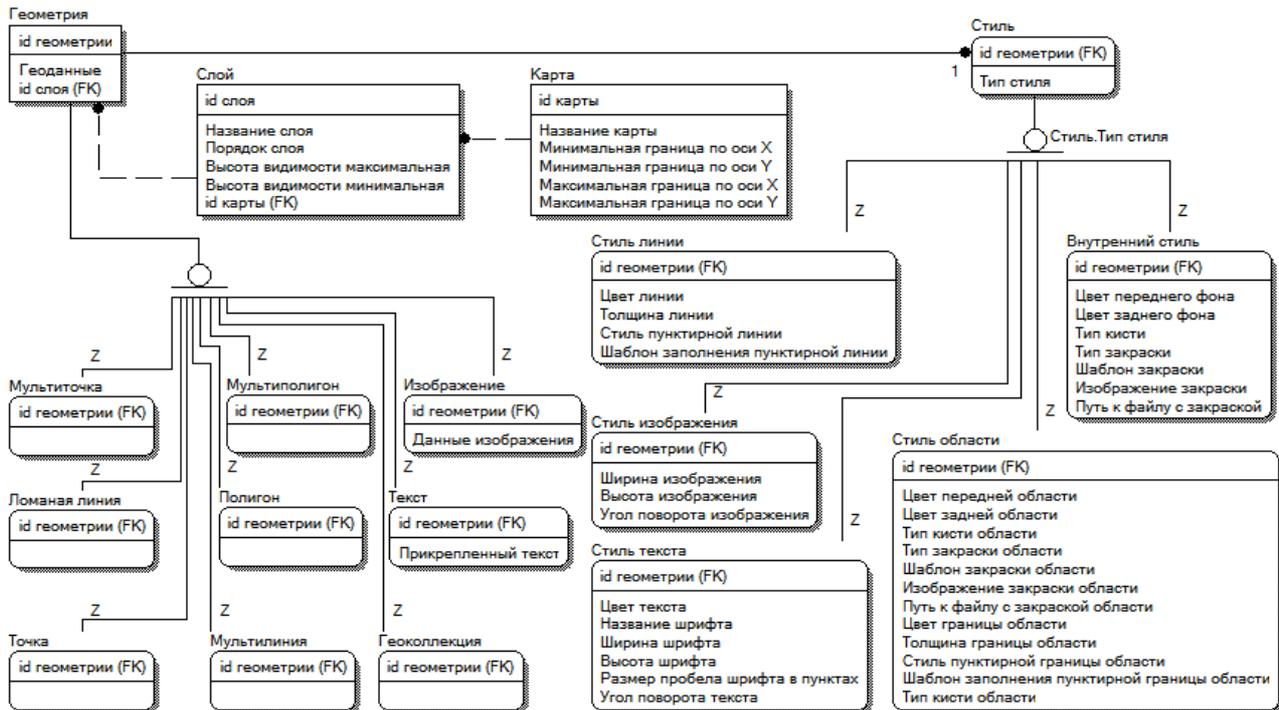


Рис. 2. ER - модель

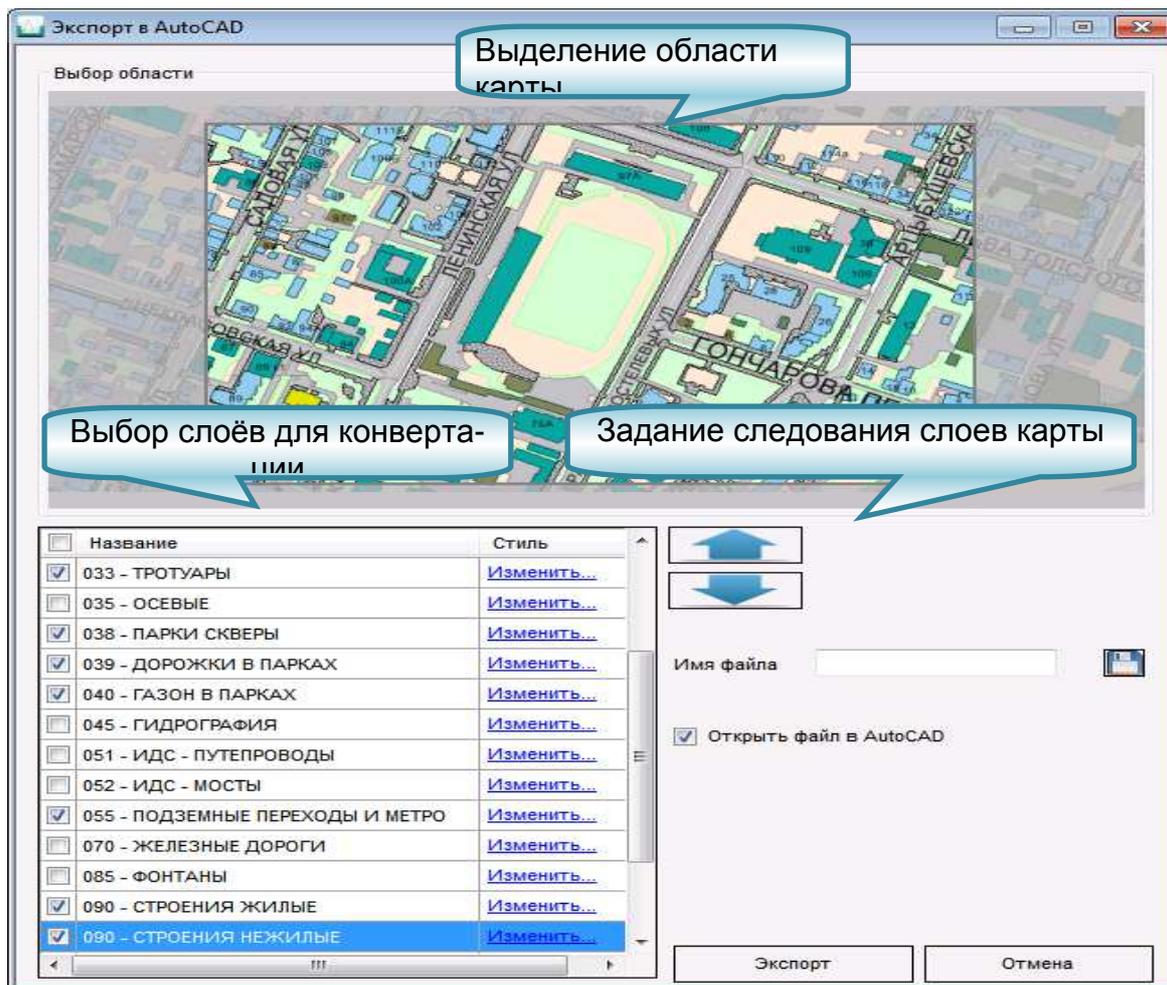


Рис. 3. Главное окно программы



Литература

1. Михеева, Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий // Информационные технологии. – 2006. – №1. – С.69–75.
2. AutoCAD. DXF Reference. February 2011 [Электронный ресурс] – http://images.autodesk.com/adsk/files/autocad_2012_pdf_dxf-reference_enu.pdf

Т.И. Михеева, О.К. Головнин

ПАТТЕРНЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ДИСЛОКАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Разработка проектов организации дорожного движения на автомобильных дорогах требует принятия оптимальных проектных решений по дислокации технических средств организации дорожного движения (ТСОДД). Большинство проектных решений имеет неформальный характер. Попытки формализации задач разработки проектов организации дорожного движения привели к появлению нормативно-правовых документов, подходов, методик, необходимых разработчику в его деятельности. Однако использование документов осложнено их количеством, узконаправленностью и невозможностью комплексного применения в современных интеллектуальных транспортных системах (ИТС), направленных на автоматизацию разработки проектов дислокации ТСОДД на улично-дорожной сети [1].

Разумным видится применение интеллектуальных информационных систем поддержки принятия решений, интегрируемых в ИТС. Дислокация ТСОДД в ИТС относится к слабоструктурированному классу задач поддержки принятия решений (ППР), что делает резонным применение технологии СБР (Case-based reasoning) поиска описания прецедентов решения аналогичных задач в базах знаний [2]. За базовую систему дислокации объектов транспортной инфраструктуры взята геоинформационная система «ITSGIS», интегрированная в ИТС и обеспечивающая доступ к требуемым для ППР знаниям об автомобильной дороге. По спецификациям «ITSGIS» разрабатывается подсистема, обеспечивающая ППР на основе паттернов по дислокации ТСОДД на улично-дорожную сеть.

Паттерновый подход

Описание прецедента в разрабатываемой подсистеме «ITSGIS. Дислокация» представляется в виде паттерна, который отражает некоторые характерные свойства задачи поиска решения. Паттерны рассматриваются как одна из форм представления знаний в ИТС. Принятие решения сводится к сопоставлению паттернов с описанием текущей ситуации поиска решения [3].



Для решения задачи ППР по дислокации ТСОДД разработаны паттерны верхних уровней, выражающие концептуальные (архитектурные) решения, и паттерны нижних уровней, соответствующие конкретным решениям. Паттерны находятся между собой в отношениях ассоциации, обобщения и зависимости. Использование разработанных паттернов в «ITSGIS. Дислокация» требует их описания в терминах и их отношениях, относящихся к определенной онтологии [4]. Онтология должна быть совместима с «ITSGIS».

Паттерн P в разрабатываемой системе описывается тетрадой $\langle N, G, S, R \rangle$, где:

N – уникальное имя паттерна, позволяющее однозначно идентифицировать паттерн, сослаться на него, увеличить уровень абстрагирования, путем включения в имя паттерна описание проблемы проектирования, решение проблемы и последствия применения паттерна;

G – задача и условия применения паттерна, описываемые в терминах естественного языка и предикатов [1, 5];

S – решение задачи с помощью обобщенного сочетания элементов, отношений, способов взаимодействия;

R – результаты применения паттерна, его влияние на объект применения паттерна.

Поиск решения

Поиск решения в «ITSGIS. Дислокация» начинается с указания области автомобильной дороги, для которой ищутся решения. В случаях, допускающих вариации, возможно указание дополнительных параметров, специализирующего применяемое решение по критериям: повышение пропускной способности, повышение безопасности движения транспортных средств и пешеходов, понижение стоимости решения.

Выполняется анализ геометрических параметров дороги, текущей дислокации ТСОДД, аварийности и интенсивности дорожного движения на участке дороги. На основании результатов анализа «ITSGIS. Дислокация» ограничивает множество применимых в данной ситуации паттернов, анализируя компонент G паттерна. Во время операций поиска паттернов учитывается отраженная в онтологии синонимия. Тождественность устанавливается по управляющему воздействию различных ТСОДД или их комбинаций на движение транспортных средств и пешеходов согласно нормативно-правовым документам или эмпирическому опыту внедрения разработанных проектных решений. Если заданы дополнительные параметры, то анализируется компонент R паттерна. Если к участку дороги уже был применен паттерн более высокого уровня иерархии, то его ограничения и рекомендации накладываются на результирующий список подходящих к этому решению паттернов.

Система предлагает разработчику проекта несколько подходящих под ситуацию паттернов дислокации ТСОДД, используя в качестве идентификаторов имена паттернов N . Выбор конкретного паттерна осуществляется разработчиком на основании дополнительных знаний о предметной области.



Применение паттерна в системе реализуется путем выполнения действий, описанных в компоненте *S* паттерна.

Паттерны дислокации ТСОДД

В «ITSGIS. Дислокация» разработаны паттерны, обеспечивающие дислокацию ТСОДД на участках дороги: примыканиях и пересечениях с второстепенными дорогами, поворотах дороги, пересечениях с железнодорожными переездами, съездах и выездах на автозаправочные станции, остановках общественного транспорта и мостах. Примеры разработанных паттернов приведены ниже.

Паттерн «Прототип ТСОДД на повороте»

N = Прототип ТСОДД на повороте;

G = Если кривая в плане дороги имеет радиусы или углы поворотов, при которых ограничена видимость, или они превышают допустимые значения, требуется проектировать дислокацию ТСОДД таким образом, чтобы предупредить участников движения об опасном участке дороги;

S = На границах поворота дислоцируются знаки 3.20, 3.21. За 150 м. от границ поворота дислоцируются знаки 1.11.1 и 1.11.2. Дислоцируется разметка 1.1 в границах поворота, 1.6 в переходных областях;

R = Возрастает безопасность движения транспортных средств.

Схема реализации паттерна в проекте организации дорожного движения приведена на рисунке 1.

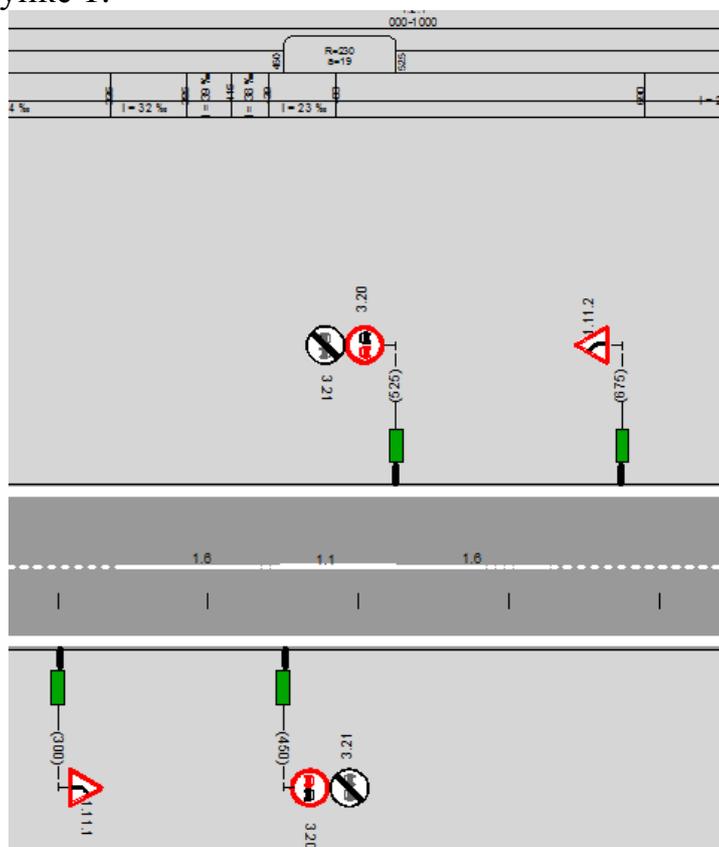


Рис.1. Схема реализации паттерна «Прототип ТСОДД на повороте»

Паттерн «Прототип ТСОДД на примыкании»

N = Прототип ТСОДД на примыкании;



G = Если к главной дороге примыкает второстепенная (или пересекает ее), то необходимо обеспечить такую дислокацию ТСОДД, чтобы обеспечить безопасный разъезд транспортных средств, приближающихся к точке примыкания (пересечения);

S = В населенном пункте перед примыканием устанавливается знак 2.1, на самом примыкании – знак 2.4. На перекрестке дислоцируется разметка 1.1 и 1.6 по 20 и 50 м. соответственно. Вне населенного пункта примыкание оформляется сигнальными столбиками по 6 шт. с каждой стороны. На примыкании устанавливается знак 2.4. За 150-300 м. от примыкания дислоцируются знаки 2.3.2 и 2.3.3. Напротив примыкания дислоцируются знаки индивидуального проектирования 6.10.1. Дислоцируется разметка 1.1 и 1.6 по 40 и 100 м. соответственно;

R = Возрастает безопасность движения транспортных средств.

Схема множественной реализации паттерна «Прототип ТСОДД на примыкании» на городских улицах в проекте организации дорожного движения приведена на рисунке 2. На рисунке 3 приведена реализация паттерна для случая дороги вне населенного пункта и примыкающей к ней асфальтовой дороги.

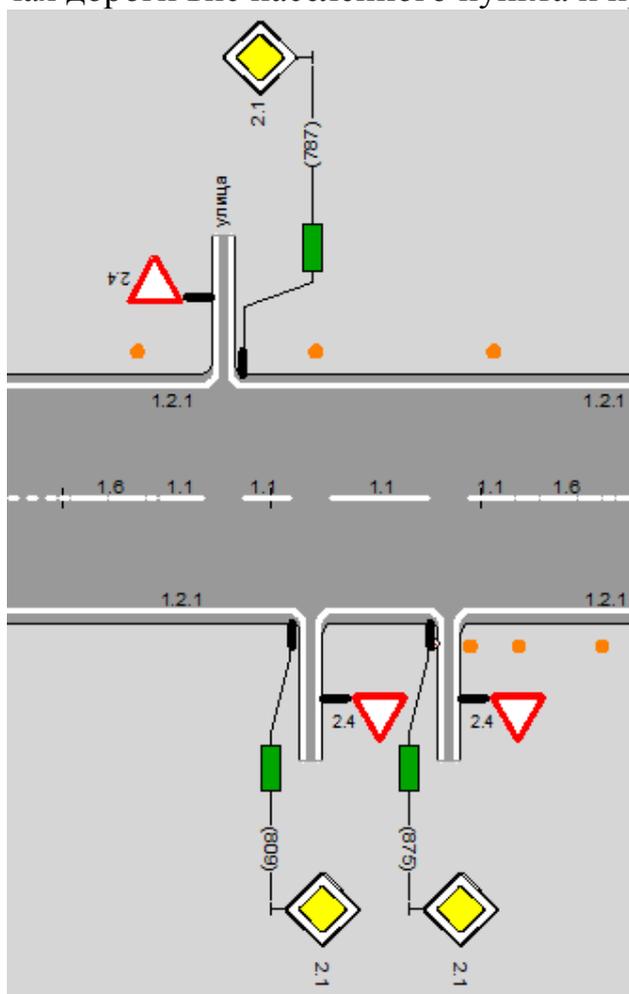


Рис. 2. Схема реализации паттерна «Прототип ТСОДД на примыкании». Случай нескольких городских улиц

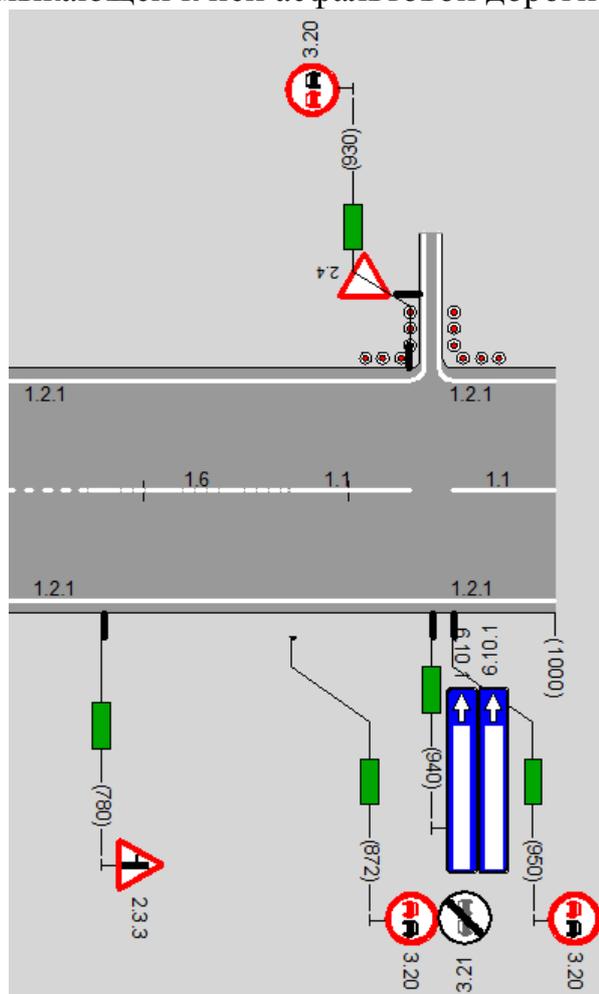


Рис. 3. Схема реализации паттерна «Прототип ТСОДД на примыкании». Случай асфальтовой дороги вне населенного пункта



Паттерн «Прототип ТСОДД на мостовом сооружении»

N = Прототип ТСОДД на мостовом сооружении;

G = Если участок дороги пролегает по мостовому сооружению, необходимо обеспечить безопасность транспортных средств и пешеходов, движущихся по нему;

S = Дислоцируются дорожные ограждения по 18-20 м. с обеих сторон от моста. На мосту дислоцируется разметка 1.1. Необходимо наличие бортового ограждения;

R = Возрастает безопасность движения транспортных средств и пешеходов.

На рисунке 4 приведена реализация паттерна для случая дороги вне населенного пункта с бордюрным камнем и пешеходным ограждением.

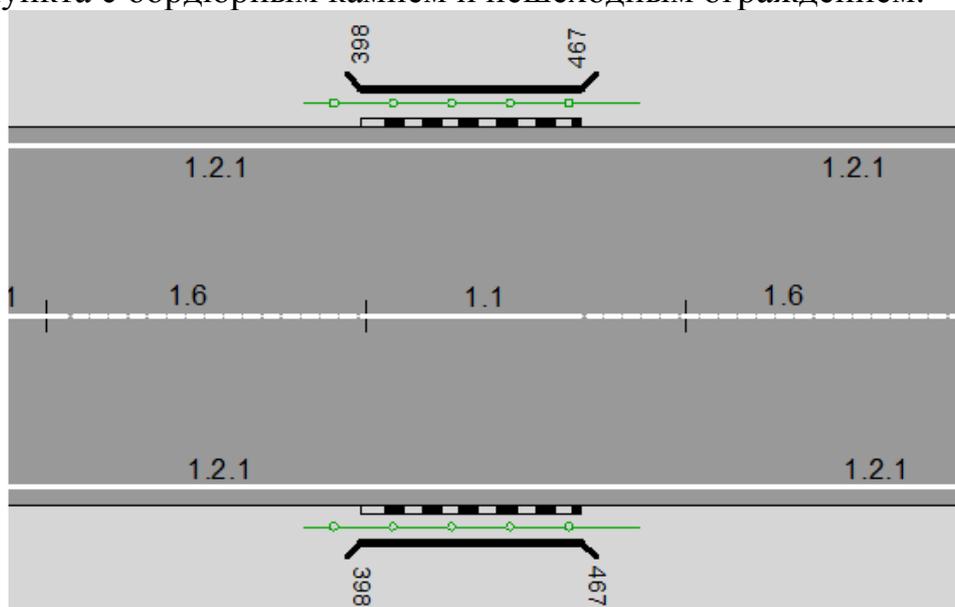


Рис. 4. Схема реализации паттерна
«Прототип ТСОДД на мостовом сооружении»

Паттерн «Прототип ТСОДД местах прокладки газопровода»

N = Прототип ТСОДД местах прокладки газопровода;

G = Если участок дороги пролегает через места прокладки газопровода, необходимо обеспечить безопасность газопровода;

S = Необходима дислокация разметки 1.4 по краям проезжей части. Устанавливаются знаки 3.27 и 8.2.3 по обеим сторонам дороги на границах прокладки газопровода;

R = Снижается риск повреждения газопровода.

На рисунке 5 приведена реализация паттерна «Прототип ТСОДД в местах прокладки газопровода» для случая дороги вне населенного пункта.

Результаты работы

Разработаны паттерны ППР по дислокации ТСОДД, разрабатывается подсистема «ITSGIS. Дислокация», реализующая паттерновый подход к ППР. Дальнейшая работа может быть выполнена как по наращиванию глубины и мощности охватываемых решений, так и по их интеллектуализации. Кроме того, механизм паттернов ППР может быть использован в других задачах, ис-



пользующих геоинформационные системы в качестве средства интеграции пространственной и атрибутивной информации, например в задачах прокладки тепловых и кабельных сетей, расчета областей покрытия территорий услугами и др.

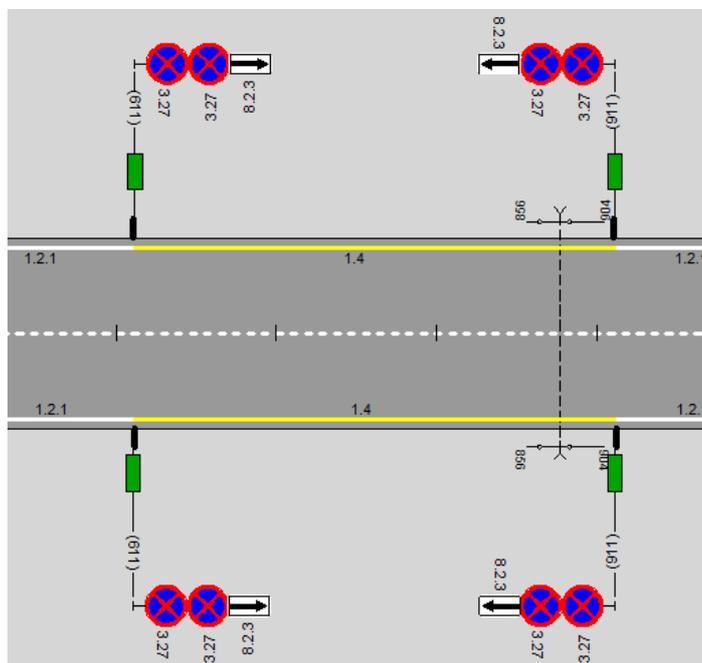


Рис. 5. Схема реализации паттерна
«Прототип ТСОДД в местах прокладки газопровода»

Литература

1. Михеева Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем. – Самара: Самар. науч. центр РАН, 2008. 380 с.
2. Норенков И.П., Уваров М.Ю. Поддержка принятия решений на основе паттернов проектирования // Наука и образование. – 2011. – № 9; URL: <http://technomag.edu.ru/doc/228646.html> (дата обращения: 26.10.2013).
3. Nunez E.J., Lake L.W., Gilbert R.B., Srinivasan S., Yang F., Kroncke M.W. // Towards an Ontology Driven EOR Decision Support System. URL: <http://www.w3.org/2008/12/ogws-slides/UT.pdf> (дата обращения: 26.10.2013).
4. Михеева Т.И., Головнин О.К., Федосеев А.А. Паттерновое проектирование интеллектуальных транспортных систем // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/106-7967> (дата обращения: 26.10.2013).
5. Михайлов Д.А., Михеев С.В., Сидоров А.В. Функции допустимости дислокации дорожных объектов на основе пространственно-логических связей // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3; URL: www.science-education.ru/109-9412 (дата обращения: 26.10.2013).



Т.И. Михеева, О.К. Головнин

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) включает в себя не только оборудование, предназначенное для управления транспортными потоками, но и имеет соответствующий функционал, необходимый для поддержки принятия решений. Система объединяет в себе средства сбора, хранения и анализа данных, поступающих с различных устройств сбора с перекрестков и других участков улично-дорожной сети [1].

В разрабатываемую ИТС для обеспечения поддержки принятия решений включены три составляющие:

1. Система транспортного моделирования – PTV Vision;
2. Геоинформационная система (электронная карта) с существующей дислокацией объектов транспортной инфраструктуры – ITSGIS;
3. Система регулирования транспортных потоков.

Система транспортного моделирования

Основным назначением транспортных моделей является проведение экспериментов. Система моделирования PTV Vision, применяемая в разрабатываемой ИТС, позволяет проверить, как те или иные изменения в организации движения отразятся на трафике, смоделировать работу светофоров, принять решения о расширении улицы, о запрете или разрешении поворотов, об организации одностороннего движения и т.п. Модель в PTV Vision позволяет разработать временные планы организации движения на период проведения крупных мероприятий – соревнований, уличных парадов и т.п. На уровне города транспортное моделирование в PTV Vision позволяет принять решение о последствиях для транспортной обстановки строительства новых объектов (торговых центров, жилых микрорайонов, транспортных развязок).

Геоинформационная система

Достижение высокой адекватности геоинформационной модели в разрабатываемой ИТС требует хранения разнообразной информации. Хранение и манипулирование геопространственными и атрибутивными данными осуществляется в среде геоинформационной системы ITSGIS [2]. На рисунке 1 изображен интерфейс системы ITSGIS с дислоцированными объектами транспортной инфраструктуры. Поддерживать геоинформационную модель города в актуальном состоянии означает отражать в ней все изменения реального мира:

- изменения в структуре улично-дорожной сети (временные и постоянные): перекрытия движения, ремонты дорог, появление новых дорог, полос движения, жилых районов, школ, офисов и торговых площадей;



- изменения в дислокации технических средств организации дорожного движения (временные и постоянные): установка временных дорожных знаков на период ведения строительно-монтажных и аварийно-восстановительных работ на проезжей части, модернизация светофорных объектов, установка новых светофоров, установка новых дорожных знаков в связи с изменением приоритетов движения транспортных средств, введением выделенных полос движения общественного транспорта и др.;
- временное и пространственное канализирование транспортных потоков: установка реверсивного движения в определенные часы, введение выделенных полос движения общественного транспорта, адаптивное изменение структуры светофорного цикла на основе информации о текущей интенсивности транспортных потоков и др.

Актуализация информации об объектах транспортной инфраструктуры и ее функционировании может быть выполнена на основе данных, полученных как со стационарных камер видеонаблюдения, так и с помощью передвижных исследовательских комплексов. Одной из подсистем ITSGIS является программно-аппаратный комплекс мониторинга параметров транспортной инфраструктуры [3].

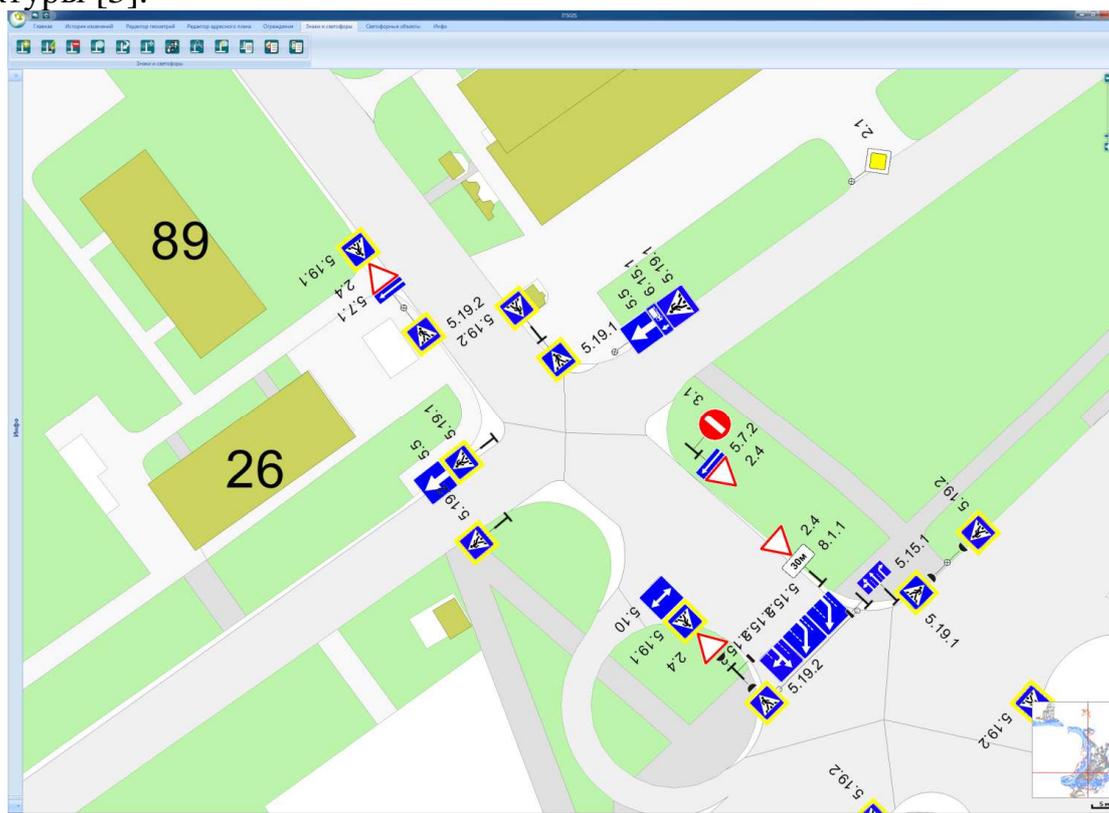


Рис. 1. Электронная карта города в системе ITSGIS
с дислоцированными объектами транспортной инфраструктуры
Система регулирования транспортных потоков

ИТС это не только инновационные средства регулирования, но еще и система, предоставляющая конечным потребителям большую информативность и безопасность.



Под инновационными средствами регулирования в условиях города понимается сетевое координированное управление светофорами (интеллектуальные светофоры) и размещение цифровых информационных табло на развилках.

В ИТС необходимо организовать новые средства информирования участников дорожного движения: интернет-сайты для планирования поездок, сервисы информационной поддержки водителей во время путешествия. Средства информирования, являясь подсистемами ИТС, поставляют данные в единое информационное пространство. Дорожное информирование должно включать в себя RDS-вещание. На частоте радиостанции на навигационные устройства транслируется дорожная обстановка: заторы, интенсивность движения, информация о происшествиях и т.п. Такой навигатор строит маршруты в зависимости от загруженности дорог, погодных условий, информации об инцидентах. Система поддержки принятия решения в онлайн режиме позволит анализировать текущую информацию о состоянии транспортной инфраструктуры и определять, как построить маршрут объезда участка дороги с инцидентом.

Интеллектуальные светофоры в ИТС представлены на основе контроллеров, в работу которых включены интеллектуальные алгоритмы, и оптимизируют работу перекрестка, снабженного системой детекторов транспорта. Необходимость в интеллектуальных светофоре, а также настройки алгоритма управления определяют при помощи транспортной модели и специального модуля ITSGIS, позволяющего рассчитать начальные параметры цикла регулирования и определить границы автоматического управления. Управляющих алгоритмов (сценариев) может быть несколько сотен, при этом система транспортного моделирования может позволять автоматизировать процесс их генерации.

Элементы ИТС, устанавливаемые на городских улицах, должны вноситься в модель и базу данных геоинформационной системы, и модель должна обладать информацией об алгоритмах работы адаптивных светофоров, табло и т.п.

Заключение

Система транспортного моделирования, геоинформационная система с дислокацией объектов транспортной инфраструктуры и система регулирования транспортных потоков, функционирующие совместно, представляют собой необходимый минимум возможностей для поддержки принятия решений в ИТС. Применимость предлагаемых решений зависит от актуальности и полноты данных, на которых строится геоинформационная и транспортные модели ИТС.

Литература

1. Михеева Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем. – Самара: Самар. науч. центр РАН, 2008. 380 с.
2. Михеева Т.И. Модель пространственных данных оценки состояния объектов транспортной инфраструктуры в интеллектуальной ГИС «ITSGIS» / Т.И. Михеева [и др.] // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем: межвузовский науч. сборник. – Уфа: Изд-во УГАТУ. – 2013. – С. 69-73.



3. Головнин О.К., Михеев С.В., Михеева Т.И. Автоматизированный мониторинг инфраструктурной составляющей автомобильных дорог / Перспективы развития и безопасность автотранспортного комплекса: материалы II Международ. науч.-практич. конф. –Кемерово: Кузбассвуиздат, 2012. –С. 170-173.

Т.И. Михеева, А.Н. Имамутдинов, А.В. Сидоров

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ДИСЛОКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ СЕТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ ГОРОДА»

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В последнее время геоинформационные системы (ГИС) становятся всё более популярными. ГИС – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации географических (пространственных) данных и связанной с ними информацией о необходимых объектах. В более узком смысле, ГИС – инструмент, предоставляющий пользователям функции поиска, анализа и редактирования, как цифровой карты местности, так и дополнительной информации об объектах цифровой карты. Отличительной чертой ГИС является возможность использования баз данных (БД) во взаимодействии с методами визуализации пространственных данных. ГИС позволяет решать задачи учета объектов различных предметных областей, паспортизации объектов, моделирования различных транспортных ситуаций, поиска по цифровой карте города, учета различных сложных городских структур и т.д.

Сеть теплоснабжения является достаточно сложной структурой. В ее состав входит множество различных объектов и коммуникаций. Этими объектами являются источники и потребители тепловой энергии, насосные станции, трубы (участки сети теплоснабжения), центральные тепловые пункты. Задачи учета и паспортизации объектов городской сети теплоснабжения требуют получения информации о дислокации того или иного объекта сети, его характеристиках, нагрузках на сеть и т.д. Данные задачи могут быть решены в геоинформационной системе «ITSGIS», которая предназначена для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской инфраструктуры на основе геоинформационных технологий.

В среде геоинформационной системы «ITSGIS» разработана автоматизированная информационная система «Дислокация объектов сети теплоснабжения». В состав сети теплоснабжения входят: источники тепловой энергии, потребители, насосные станции, центральные тепловые пункты (ЦТП), участки сети (трубы). Информация об объектах сети теплоснабжения, справочники хранятся в БД. Источники и потребители тепловой энергии, насосные станции, центральные тепловые пункты отображаются в виде точечных, а участки сети в виде линейных объектов (рисунок 1).



Рис. 1. Дислокация сети теплоснабжения

Разрабатываемая система выполняет следующие функции:

- установка объекта сети теплоснабжения на электронную карту города;
- удаление объекта сети теплоснабжения с электронной карты и из БД;
- изменение информации об объекте сети теплоснабжения;
- создание отчета по сети теплоснабжения;
- поиск объектов сети теплоснабжения;
- ведение справочной информации по объектам сети теплоснабжения.

Для наглядного представления функций разрабатываемой системы на рисунке 2 представлена диаграмма вариантов использования.

Геоинформационная система «ITSGIS» построена на трехзвенной клиент-серверной архитектуре:

- сервер баз данных – обеспечивает хранение данных, выполнение геопространственных операций, реализован с использованием СУБД PostgreSQL – свободной объектно-реляционной системой управления базами данных;
- сервер приложений – обеспечивает многопользовательскую работу, кеширования, защиты, шифрования, сжатия геоданных, выполнения ресурсоемких операций;
- клиенты – представляют пользователю доступ к функциям системы, реализованы как настольное приложение.

Для программной реализации работы разрабатываемой системы выбрана среда Microsoft Visual Studio 2010 на платформе .Net, язык C#. Приложение, написанное на любом .NET-совместимом языке является межплатформенным.



В дальнейшем планируется расширить функционал системы, добавив различные теплогидравлические расчеты для сети теплоснабжения.

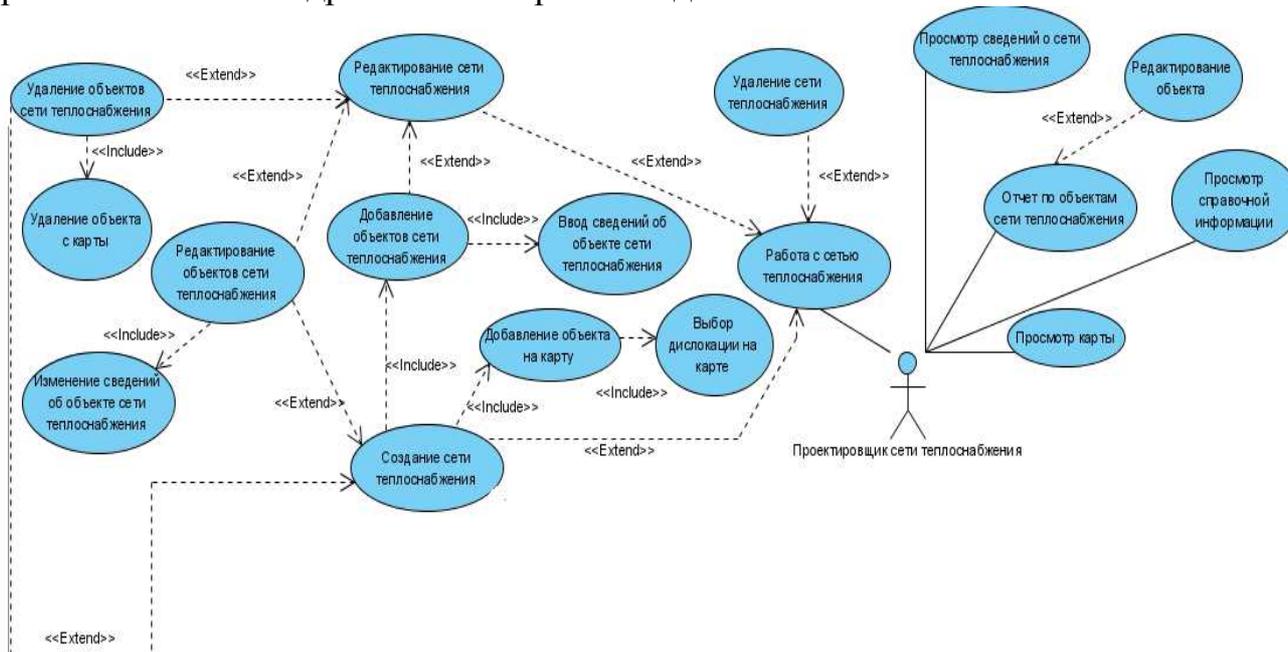


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования

Литература

1. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети [Текст] – Введ. 2003-09-01. – М.: Государственный комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, 2003. – 71 с.
2. Михеева Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий // Информационные технологии. 2006. №1. С.69–75.
3. Буч, Г. Язык UML. Руководство пользователя [Текст] /Г. Буч, Д. Рамбо, А. Якобсон. - 2-е изд.: Пер. с англ. Мухина Н. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 496 с.: ил.
4. Язык программирования C# [Электронный ресурс] – <http://cesharp.narod.ru>.
5. Система управления базами данных [Электронный ресурс] – <http://ru.wikipedia.org/wiki/СУБД>

Т.И. Михеева, Р.А. Кирясов, А.А. Осьмушин

ДИСЛОКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ ГОРОДА

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Задачи учета и паспортизации объектов кабельной сети требуют получения информации о дислокации того или иного объекта сети, его характери-



ках. Данные задачи решены в геоинформационной системе «ITSGIS», которая представляет собой систему сбора, хранения, анализа и графической визуализации географических (пространственных) данных и связанной с ними информацией о необходимых объектах. «ITSGIS» является новой системой ориентирования в пространстве. Она использует современные методы обработки информации и визуализации. Отличительной чертой «ITSGIS» является возможность использования больших баз данных (БД) во взаимодействии с методами визуализации пространственных данных. Система позволяет хранить данные об объектах сети в БД и визуализировать их на электронной карте города.

В рамках геоинформационной системы «ITSGIS» разработана автоматизированная информационная система «Дислокация объектов кабельной сети», предназначенная для решения задач учета и управления параметрами сети.

Кабельная сеть – совокупность электроустановок, предназначенных для передачи и распределения электроэнергии от электростанции к потребителю. Кабельные сети осуществляют передачу, распределение и преобразование электроэнергии в соответствии с возможностями источников и требованиями потребителей. Сеть связывает территориально удалённые пункты источников и потребителей. Это осуществляется при помощи линии электропередачи – специальных инженерных сооружений, состоящих из проводников электрического тока – кабелей, сооружений для размещения и прокладки (опоры, эстакады, каналы), средств изоляции (подвесные и опорные изоляторы) и защиты (грозозащитные тросы, разрядники, заземление).

Кабельная сеть является сложной структурой. В её состав входит множество различных объектов. Выделим четыре основных объекта, участвующих в структуре кабельной сети: световая опора, кабель, светоточка, пункт питания. Питательный пункт представляет собой распределительное устройство генераторного напряжения электростанции или распределительное устройство вторичного напряжения понижающей подстанции энергосистемы, имеющей устройство для регулирования напряжения, к которому присоединены электрические сети данного района. Опора предназначена для поддержания провода на необходимом расстоянии от поверхности земли, проводов других линий, светоточек. Светоточка – средство искусственного увеличения оптической видимости на улице в тёмное время суток. Как правило, осуществляется лампами, закрепленными на мачтах, столбах, путепроводах и других опорах.

«ITSGIS. Дислокация объектов кабельной сети» выполняет следующие функции:

- установка объектов кабельной сети на электронную карту города;
- удаление объектов кабельной сети;
- изменение характеристик объектов кабельной сети;
- создание отчетов по объектам кабельной сети;
- ведение справочной информации.

Объекты кабельной сети на электронной карте города отображаются в соответствии со своими условными обозначениями, как показано на рисунке 1.

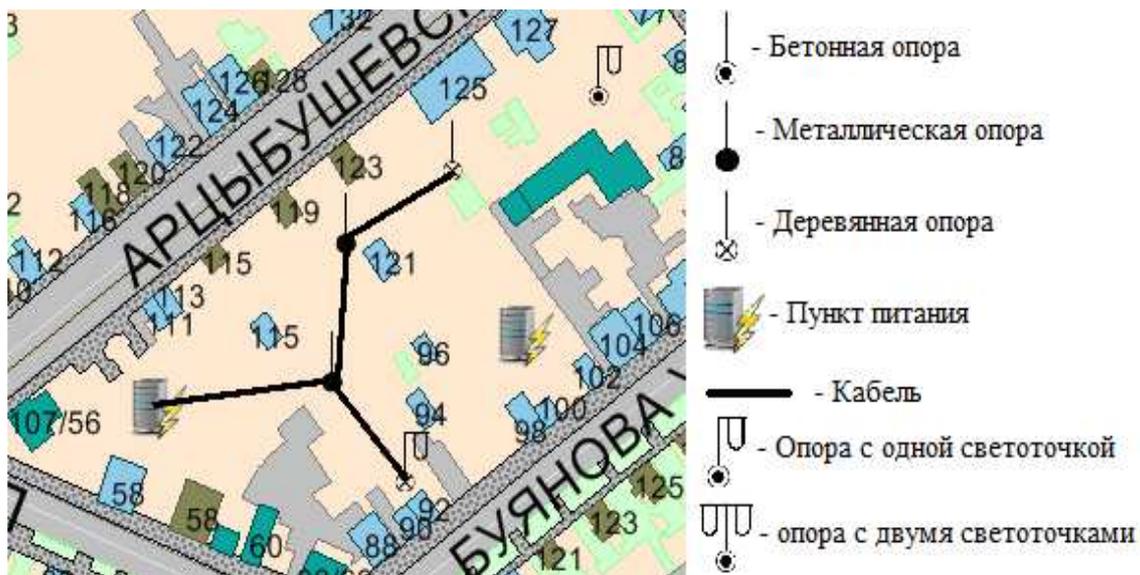


Рис. 1. Отображение объектов кабельной сети на карте

На рисунке 2 представлена диаграмма сущностных классов, на которой показаны классы объектов кабельной сети и взаимосвязи между ними.

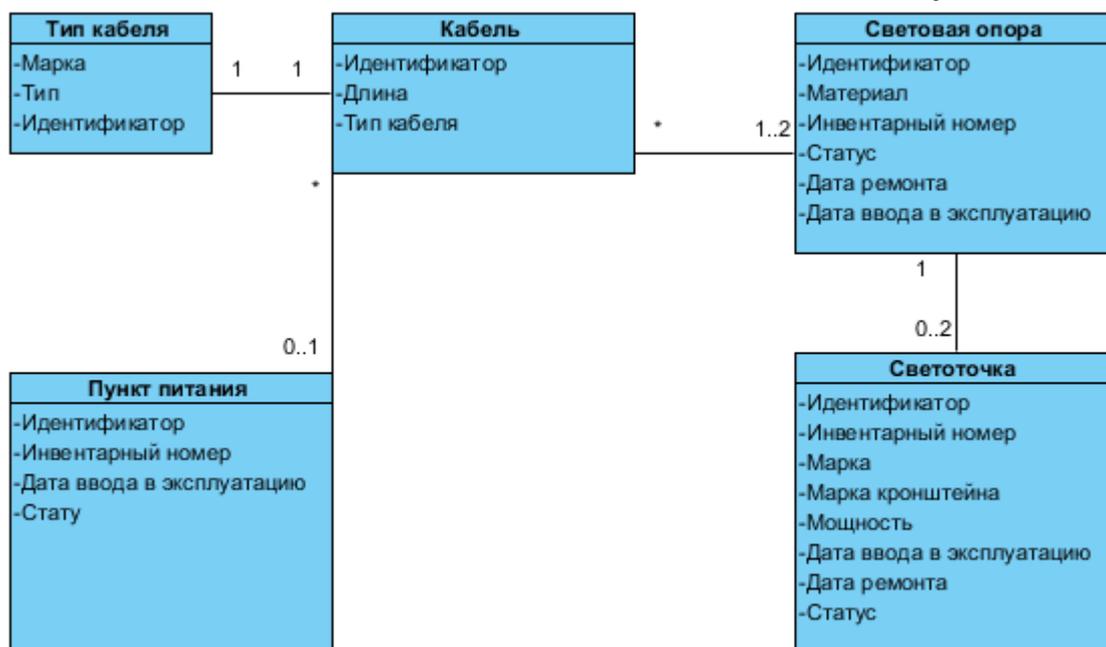


Рис. 2. Диаграмма сущностных классов

Для программной реализации «ITSGIS. Дислокация объектов кабельной сети на электронной карте города» выбрана среда Microsoft Visual Studio 2010 на платформе .Net, язык C#. Вся платформа .NET основана на единой объектно-ориентированной модели, т.е. все, что может потребоваться при создании приложений под платформу. Так как в процессе своей работы система оперирует данными, необходимо использовать систему управления базами данных (СУБД). В качестве СУБД используется PostgreSQL. PostgreSQL – свободная объектно-реляционная система управления базами данных.

Плагин «ITSGIS. Дислокация объектов кабельной сети на электронной карте города» реализован и успешно интегрирован в геоинформационную систему «ITSGIS». В дальнейшем планируется расширить функционал плагина.



Например, добавить возможность расчета освещенности улиц по характеристикам светоточек.

Литература

1. ГОСТ 24291-90. Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения [Текст] – Введ. 1992-01-01. – М.: Министерство энергетики и электрификации СССР, 1991. – 14 с.;
2. Михеева Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий // Информационные технологии. 2006. №1. С.69–75.
3. Буч, Г. Язык UML. Руководство пользователя [Текст] /Г. Буч, Д. Рамбо, А. Якобсон. - 2-е изд.: Пер. с англ. Мухина Н. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 496 с.: ил.

Н.Г. Губанов, М.А Мордухов

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный технический университет)

Рост и развитие крупных городов зависит от большого количества условий, главное из которых – совершенствование и поддержание в надлежащем состоянии параметров улично-дорожной сети города.

Особую важность приобретает оптимальное планирование транспортных сетей, улучшение организации движения, оптимизация системы маршрутов общественного транспорта.

В основе решения этой проблемы лежит оптимальная организация дорожного движения, которая должна обеспечивать необходимый уровень безопасности дорожного движения и эффективности транспортных систем. Первоочередной целью должно стать изучение и управление транспортными потоками, что, в свою очередь, даст возможность прогнозировать их развитие и решать возникающие проблемы на стадии их возникновения.

В связи с этим актуальной становится задача моделирования, создания имитационной транспортной модели всего города или какой-либо ее части. Таким образом, транспортная имитационная модель становится практически незаменимой при реконструкции улично-дорожной сети, проектировке новых узлов, развязок или улиц, позволяя оценить последствия внедрения новых объектов в сеть города еще до начала их строительства.

Целью данной работы была разработка транспортной имитационной модели участка УДС городского округа Самара от улицы Авроры до площади Урицкого в рамках реализации проекта по реконструкции магистрали «Центральная».

Основными факторами, определяющими количество совершаемых передвижений и их распределение по транспортной сети города, являются потоко-



образующие факторы, поведенческие факторы (например, мобильность населения), характеристики транспортной сети (количество и качество улиц и дорог, параметры организации дорожного движения, маршруты и провозные способности общественного транспорта и т.д.). Не стоит забывать, что характеристики транспортных потоков изменяются в течении дня, недели, сезона и т.д.

В результате проделанной работы, на первом этапе был проведен анализ существующей схемы организации движения на участке улично-дорожной сети городского округа Самара от улицы Аврора до площади Урицкого (рисунок 1).

Были проанализированы схемы организации движения на перекрестках Московского шоссе и проспекта Карла Маркса с улицами Аврора, Врубеля, Революционная и Гагарина, а также на пересечениях проспекта Карла Маркса с улицами Киевская, Дачная, Владимирская и площадь Урицкого. Были подсчитаны интенсивности движения, светофорные циклы, а также определены направления движения транспортных потоков на перекрестках.



Рис. 1. Схема строительства магистрали «Центральная»

На следующем этапе работы была создана имитационная модель магистрали Центральная для прогнозирования и оценки изменения характеристик распределения транспортных потоков. В качестве программного продукта был использован программный комплекс PTV Vision®, включающий два основных модуля – VISUM и VISSIM.

Построенная в модуле VISUM модель существующей транспортной сети позволила определить все основные проблемы на этом участке УДС (рис. 2).

Одной из целей построения модели была оценка изменения нагрузки на улицу Московское шоссе при введении в эксплуатацию магистрали «Центральная». Созданная имитационная модель показала значительное снижение нагрузки на Московское шоссе (таблица 1).

После проведения имитационного эксперимента было отмечено значительное ухудшение транспортной ситуации на пересечениях магистрали «Центральная» с улицами Революционная и Гагарина, а также с площадью Урицкого. В связи с этим, было принято решение об изменении транспортной схемы и организации на этих участках развязок в двух уровнях. Проведенный, с учетом изменений транспортной схемы, эксперимент показал значительное снижение нагрузки на этих участках после внедрения развязок в двух уровнях.

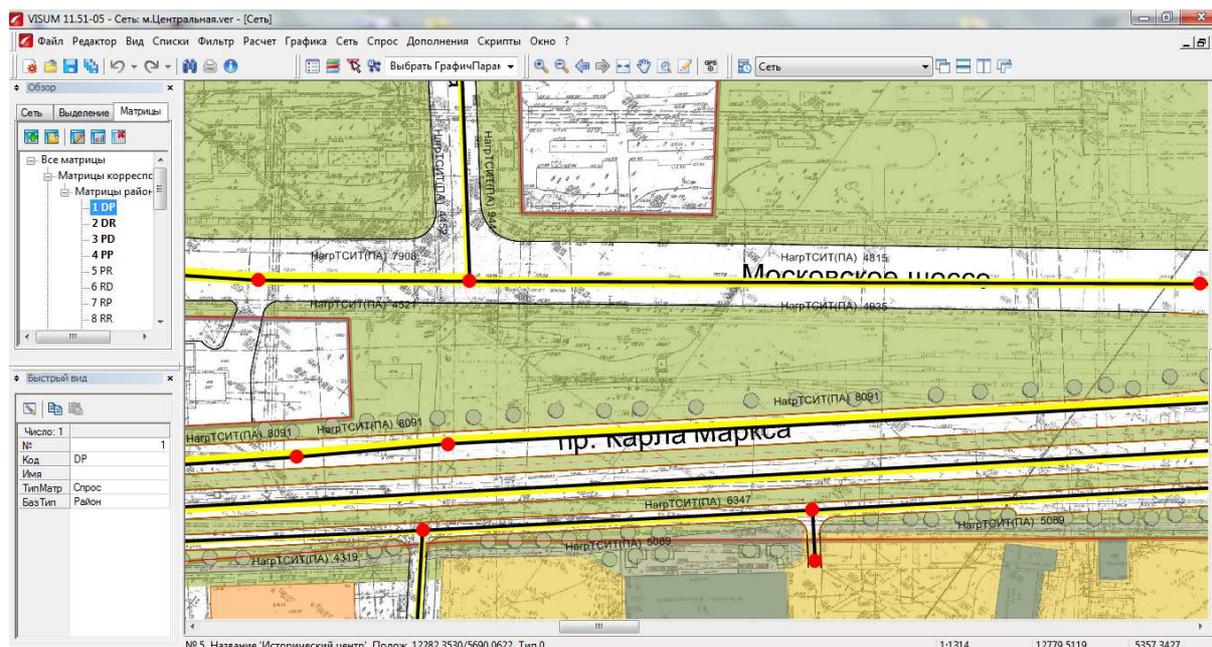


Рис. 2. Имитационная модель участка магистрали «Центральная», выполненная в программном модуле VISUM

Таблица 1. Данные о нагрузке на Московское шоссе до и после строительства магистрали «Центральная» (полученные в модуле VISUM)

№ отрезка	Длина отрезка, км	Нагрузка на Московское шоссе (без магистрали), УЕ\ед.врем.	Нагрузка на Московское шоссе (с магистралью), УЕ\ед.врем.
200	0,075	34307	20181
201	0,203	34307	20181
202	0,411	16099	9470
203	0,411	23378	13752
204	0,028	33728	19840
205	0,028	29435	17315
206	0,044	22722	13366
207	0,044	10404	6120
208	0,024	10404	6120
209	0,024	22722	13366
210	0,016	22722	13366
211	0,016	10404	6120
212	0,134	29875	17574
213	0,134	30620	18012
214	0,061	30620	18012
215	0,061	29875	17574
216	0,067	30620	18012
217	0,067	29875	17574
218	0,224	30620	18012



219	0,224	29875	17574
220	0,099	29875	17574

Таким образом, реконструкция магистрали «Центральная» с переходно-скоростными полосами и развязками в разных уровнях в городе Самара дает возможность значительно снизить транспортную нагрузку и в то же время требует комплексного решения с учетом значительных материальных и временных затрат.

Литература

1. Швецов В.Л., Прохоров А.В., Ильин И.В. Транспортные модели в системе государственного управления / Научно-технические ведомости СПбГПУ: СПб., 2010 г. – 114 с.

В.А. Папшев, М.А. Мордухов, А.А. Вахрушев

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ СЕТИ

(Самарский государственный технический университет)

Рост и развитие крупных городов зависит от большого количества условий, и только обязательное соблюдение их способно дать положительные результаты. Одно из главных условий – совершенствование и поддержание в надлежащем состоянии параметров улично-дорожной сети (УДС) города. При этом неуклонно увеличивающаяся мобильность населения, рост автомобильного парка, уменьшение использования общественного транспорта и увеличение доли личного транспорта во многих видах перевозок значительно усложняют ситуацию на УДС крупных городов. В результате этого УДС не может отвечать требованиям пропускной способности транспортных потоков.

Вместе с тем, транспортная инфраструктура – одна из важнейших систем, обеспечивающих жизнь городов и регионов. В последние десятилетия во многих крупных городах исчерпаны или близки исчерпанию возможности развития транспортных сетей. Поэтому особую важность приобретает оптимальное планирование транспортных сетей, улучшение организации движения, оптимизация системы маршрутов общественного транспорта.

В основе решения этой проблемы лежит оптимальная организация дорожного движения, которая должна обеспечивать необходимый уровень безопасности дорожного движения и эффективности транспортных систем. Отметим, что содержание в надлежащем качестве покрытия городских улиц и совершенствование технических средств организации дорожного движения являются лишь одним из элементов системного подхода к решению поставленных задач. Первоочередной целью должно стать изучение и управление транспортными потоками, что, в свою очередь, даст возможность прогнозировать их развитие и решать возникающие проблемы на стадии их возникновения.



Известно, что для поиска эффективных решений в управлении транспортными потоками, проектировании улично-дорожной сети и организации дорожного движения необходимо учитывать огромное количество характеристик потока и параметров дорожной сети города. В связи с этим актуальной становится задача моделирования, создания имитационной транспортной модели всего города или какой-либо ее части. Таким образом, транспортная имитационная модель становится практически незаменимой при реконструкции улично-дорожной сети, проектировке новых узлов, развязок или улиц, позволяя оценить последствия внедрения новых объектов в сеть города еще до начала их строительства.

Целью данной работы было создание транспортной имитационной модели участка УДС городского округа Самара от улицы Авроры до площади Урицкого в рамках реализации проекта по реконструкции магистрали «Центральная». Объекты исследования – транспортные и пешеходные потоки, образующие транспортную систему. В состав транспортного потока входят технические средства, относящиеся к личному или общественному транспорту. При описании транспортного потока учитывается и человеческий фактор, поскольку восприятие водителями условий движения индивидуально и не всегда предсказуемо. Таким образом, дорожное движение – как объект управления – представляет собой сложную техносоциальную систему с присущей ей спецификой [1].

Для анализа такого рода системы с дальнейшей возможностью управлять её состоянием выделены основные факторы, определяющие количество совершаемых передвижений и их распределение по транспортной сети города. К ним относятся потокообразующие факторы, поведенческие факторы (например, мобильность населения), характеристики транспортной сети (такие как количество и качество улиц и дорог, параметры организации дорожного движения, маршруты и провозные способности общественного транспорта и т.д.). Кроме того, необходимо учитывать такие свойства транспортных потоков, как стохастичность и нестационарность (изменение характеристик потоков наблюдается в суточном, недельном, сезонном циклах и т.д.).

На первом этапе был выполнен анализ существующей схемы организации движения на участке улично-дорожной сети городского округа Самара от улицы Аврора до площади Урицкого. Сформирована база данных по интенсивности движения, светофорным циклам, а также определены направления движения транспортных потоков на перекрестках.

На следующем этапе с использованием ранее разработанных программных модулей [2] была создана имитационная модель магистрали Центральная для прогнозирования и оценки изменения характеристик распределения транспортных потоков. В качестве программного продукта был использованы модули VISUM и VISSIM программного комплекса PTV Vision®.

Построенная в модуле VISUM модель существующей транспортной сети позволила выделить основные проблемы на этом участке УДС. Последовательное изменение параметров дорожной сети, соответствующих вводу в эксплуа-



тацию магистрали «Центральная», позволило дать оценку прогнозируемым нагрузкам в районе Московского шоссе. Результаты имитационного моделирования свидетельствуют о значительном снижении нагрузки на данном участке УДС после реконструкции (табл. 1). Дополнительный анализ модели показал необходимость организации двухуровневых развязок в зонах пересечения магистрали «Центральная» с улицами Революционная и Гагарина, а также в районе площади Урицкого.

Анализ, выполненный средствами имитационного моделирования с визуализацией полученных результатов, показал, что реконструкция магистрали «Центральная» с переходно-скоростными полосами и развязками в разных уровнях в г. Самара дает возможность значительно снизить транспортную нагрузку на рассматриваемом участке УДС.

Таблица 1. Данные о нагрузке на Московское шоссе до и после строительства магистрали «Центральная» (полученные в модуле VISUM)

№ отрезка	Длина отрезка, км	Нагрузка на Московское шоссе (без магистрали), усл.ед./ед.врем.	Нагрузка на Московское шоссе (с магистралью), усл.ед./ед.врем.
200	0,075	34307	20181
201	0,203	34307	20181
202	0,411	16099	9470
203	0,411	23378	13752
204	0,028	33728	19840
205	0,028	29435	17315
206	0,044	22722	13366
207	0,044	10404	6120
208	0,024	10404	6120
209	0,024	22722	13366
210	0,016	22722	13366
211	0,016	10404	6120
212	0,134	29875	17574
213	0,134	30620	18012
214	0,061	30620	18012
215	0,061	29875	17574
216	0,067	30620	18012
217	0,067	29875	17574
218	0,224	30620	18012
219	0,224	29875	17574
220	0,099	29875	17574

Литература

1. Швецов В.Л., Прохоров А.В., Ильин И.В. Транспортные модели в системе государственного управления / Научно-технические ведомости СПбГПУ: СПб., 2010 г. – 114 с.
2. Губанов Н.Г., Папшев В.А., Батищев В.И., Батищева О.М., Кокорев Д.Ю. Транспортная модель г. Самара // Св-во об офиц. рег. программы



для ЭВМ № 2011610743. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, 2011.

Н.Г. Губанов, М.А. Самсонов

ПОСТРОЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

(Самарский государственный технический университет)

Безопасность дорожного движения и эффективность автомобильных перевозок в значительной мере определяются качеством организации дорожного движения (ОДД), в основу которой входит управление транспортными и пешеходными потоками.

Также остро стоит проблема создания схем организации движения при проведении архитектурно-планировочных и строительных работ при создании новых линий метро. Особо это актуально для Самары, где метро строится открытым способом с закрытием основных транспортных магистралей.

Закрытие улицы Ново-Садовая на участке между улицами Первомайская и Полевая влечет за собой необходимость изменения существующей схемы организации движения и перевод транспортного потока с улицы Ново-Садовая на улицы Первомайская и проспект Ленина, введения двустороннего движения и организация регулируемого пешеходного перехода на улице Первомайская. Предлагаемая схема организации дорожного движения на период введения ограничений представлена на рисунке 1.

На основании схемы организации дорожного движения, разработана математическая модель с визуализацией движения автотранспорта по ул. Самарская, ул. Ново-Садовая, ул. Первомайская и ул. Полевая, в зоне производства работ по строительству перегона метрополитена - от станции "Алабинская" до станции "Самарская".

В качестве исходных данных при построении модели и проведении расчетов были использованы следующие данные:

- подробные схемы моделируемых участков, количество полос по каждому направлению движения,
- размер полос движения, направление движения по каждой полосе,
- технические и геометрические характеристики всех типов транспортных средств,
- часовая входящая интенсивность движения и распределение транспортных средств в узлах (или матрица корреспонденций),
- состав транспортного потока;
- пешеходное движение: расположение и ширина тротуаров,
- направление движения пешеходов, входящая интенсивность пешеходного движения. [1]

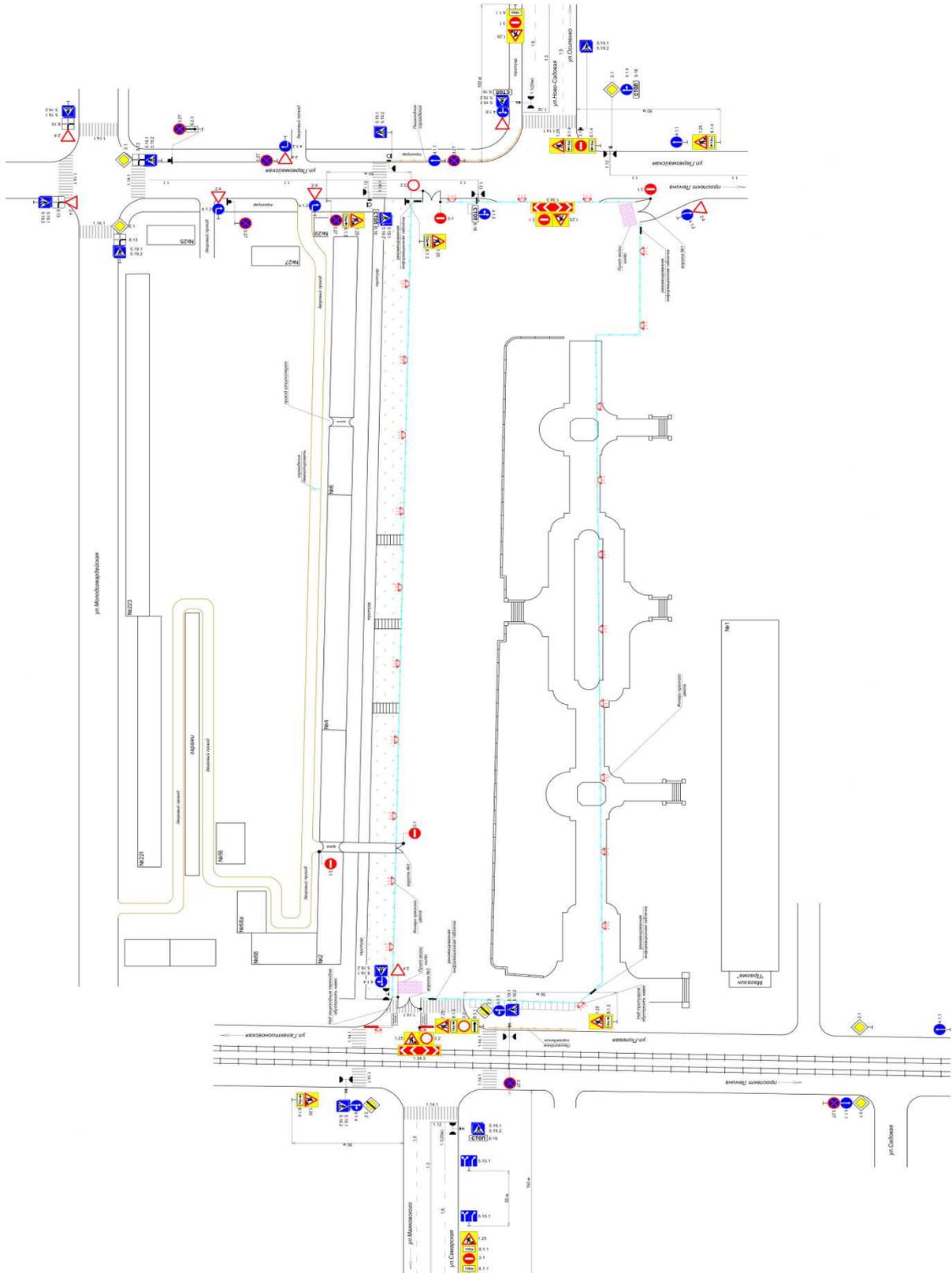


Рис. 1. Предлагаемая схема организации дорожного движения при строительстве перегона от станции метро «Алабинская» до станции метро «Самарская»



В результате расчетов транспортных потоков для каждого сценария были вычислены ожидаемые потоки в критических сечениях сети. Результаты проектных расчетов были сопоставлены с результатами калибровочного расчета.

Таким образом, были получены прогнозируемые коэффициенты изменения интенсивности транспортных потоков.

Указанные коэффициенты были применены к фактически наблюдаемым транспортным потокам на перекрестках:

- ул. Самарская / ул. Полевая;
- ул. Ново-Садовая / ул. Первомайская.

а также к транспортным потокам на улицах:

- ул. Самарская;
- ул. Ново-Садовая;
- ул. Первомайская;
- ул. Полевая;
- ул. Молодогвардейская.

На рисунке 2 показаны балки нагрузки на улично-дорожную сеть, при существующей схеме организации движения.

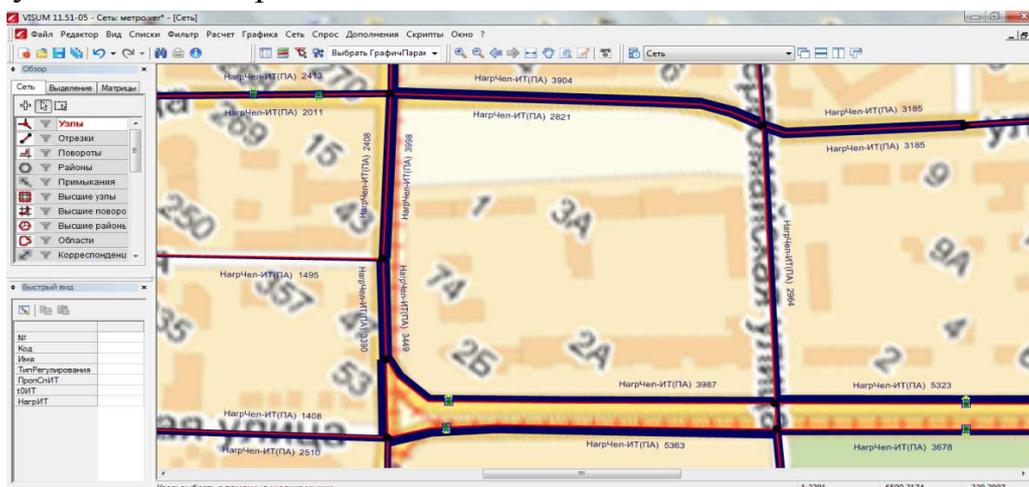


Рис. 2. Нагрузка на улично-дорожную сеть при существующей схеме организации движения

На рисунке 3 показано прогнозируемое изменение нагрузки на дорожную сеть при введении предлагаемой схемы организации движения.

В таблице 1 представлены результаты сопоставления коэффициентов существующей и прогнозируемой нагрузки на улично-дорожную сеть

На рисунке 4 представлен фрагмент визуализации транспортного движения на ул. Первомайская после закрытия ул. Ново-Садовая для строительства перегона метрополитена.

В связи с ежегодным ростом числа автомобилей, увеличением транспортной нагрузки на дорожную сеть, изменением схем движения общественного транспорта, активной градостроительной политики региона необходимо внедрение новых технологий при создании схем организации движения на реконструируемых участках улично-дорожной сети.

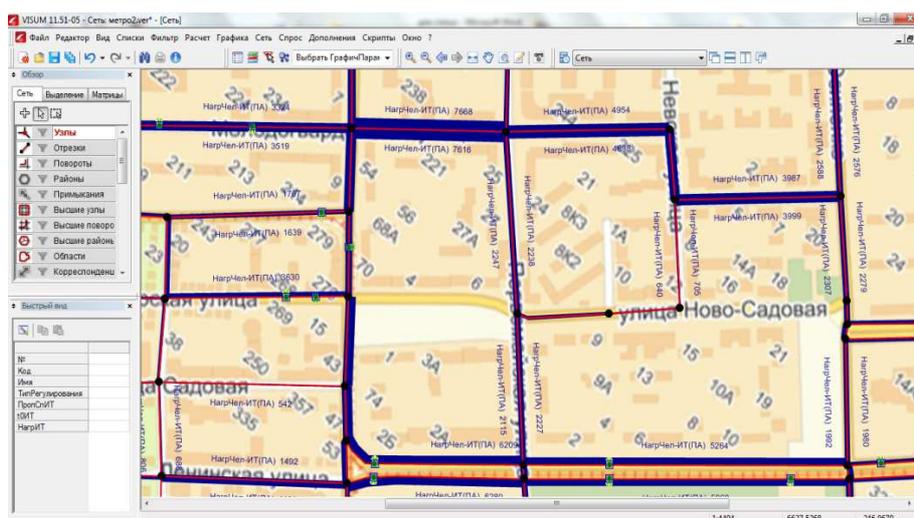


Рис. 3. Прогнозируемая нагрузка на улично-дорожную сеть при введении предлагаемой схемы организации движения

Таблица 1. Сопоставление нагрузок в критических сечениях

№п/п	Критический участок УДС	Существующая нагрузка (безразмерный коэффициент)	Прогнозируемая нагрузка (безразмерный коэффициент)	Коэффициент изменения (увеличения/снижения)
11	Ул. Первомайская (к Волге)	1881	2247	1,19
	Ул. Первомайская (от Волги)	-	2238	-
22	Ул. Полевая (к Волге)	3998	5649	1,41
	Ул. Полевая (от Волги)	2408	2182	0,90
33	Ул. Самарская (в город)	2413	3630	1,50
	Ул. Самарская (из города)	2011	3560	1,77
44	Ул. Молодогвардейская (в город)	5911	7668	1,29
	Ул. Молодогвардейская (из города)	5697	7616	1,33

Применение современных компьютерных программ имитационного моделирования транспортных процессов позволяет проводить анализ существующих и прогнозируемых потоков на улично-дорожной сети, наглядно предоставлять информацию пользователю и с высокой степенью эффективности проводить архитектурно-планировочные и строительные работы.

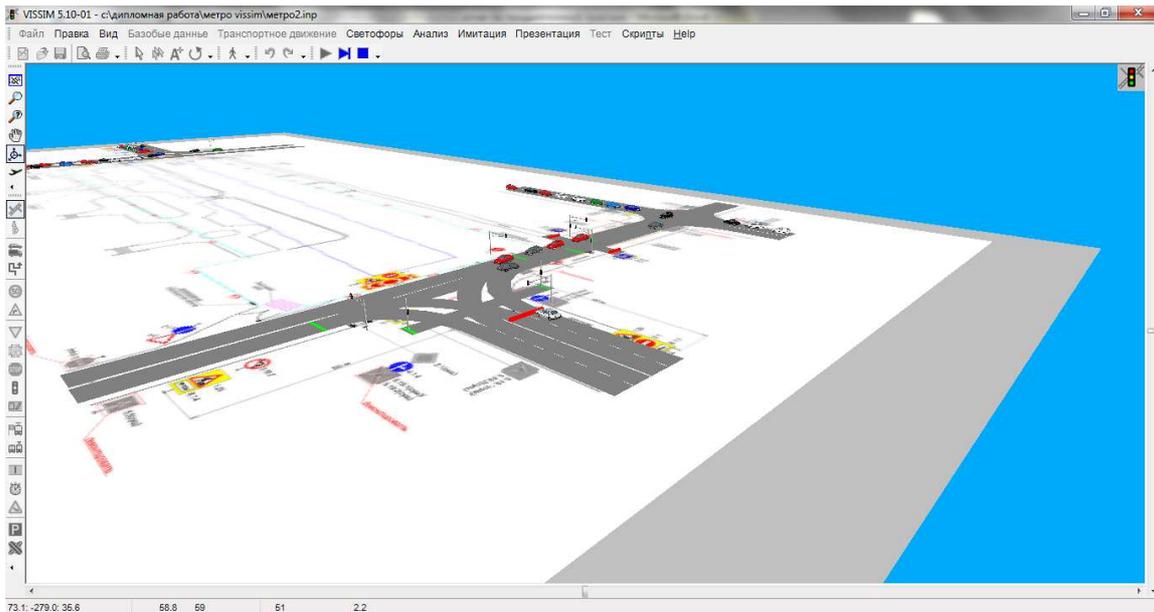


Рис. 4. Визуализация транспортного движения

Литература

1. Швецов В.Л. Управление транспортной системой на основе компьютерной модели PTV VISION® VISUM. - <http://www.ptv-vision.ru/publikacii/>



МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Я.П. Андреева, С.Д. Боркова, А.Д. Здрюмова, Р.Ф. Маликов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕШЕХОДНОЙ ДИНАМИКИ

(Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы)

В настоящее время идет стремительное развитие направления разработки систем и технологий имитационного моделирования [1-5].

В данной работе мы представляем две модели: пешеходная динамика покупателей в магазине и пешеходная динамика зрителей в кинотеатре. При создании моделей использовалась пешеходная библиотека среды имитационного моделирования Anylogic.

При моделировании пешеходных потоков решаются следующие задачи:

- Расчет пропускной способности помещений. Допустим, необходимо построить гипермаркет, станцию метро, железнодорожный или аэровокзал. В таком случае появляется задача: как сконфигурировать помещение таким образом, чтобы пешеходные потоки не мешали друг другу, сервисы справлялись с нагрузкой, а люди чувствовали себя комфортно.
- Организация пешеходного движения. При строительстве парков развлечений, музеев, стадионов возникают вопросы организации движения людей, например: «Где поставить киоск или рекламный щит?», «Как организовать процесс, чтобы люди, стоящие в очередях за билетами, не мешали проходящей толпе?». Чем больше размер помещения и количество посетителей, тем актуальнее данные вопросы.
- Анализ вариантов эвакуации людей. При эвакуации люди ведут себя агрессивно, стараясь как можно быстрее покинуть зону опасности. Встает вопрос организации пешеходных потоков в нестандартных ситуациях. Для этого применяются соответствующие знаки, указывающие на аварийные выходы, кроме того, часто за эвакуацию отвечают специальные люди. Моделирование чрезвычайных происшествий позволяет заранее предвидеть проблемы, возникающие при эвакуации людей, и в конечном счете спасти человеческие жизни.

В первой модели рассмотрена пешеходная динамика посетителей в магазине. В модели есть возможность регулирования потока покупателей. Посетители, совершившие покупку, отмечены желтым цветом, тем самым можно наблюдать количество потенциальных покупателей, а также расчет статистики потока и покупательной способности посетителей (рис.1)

Во второй модели представлена пешеходная динамика зрителей в кинотеатре. Здесь рассматривается вопрос организации пешеходных потоков в нестандартных ситуациях. Моделирование чрезвычайных происшествий позволяет



заранее предвидеть проблемы, возникающие при эвакуации людей, и в конечном счете спасти человеческие жизни. В данных целях построена учебная имитационная модель посещения зрителей в кинотеатре с точки зрения их распределения согласно купленным билетам и их выходу по окончании представления (рис. 3).

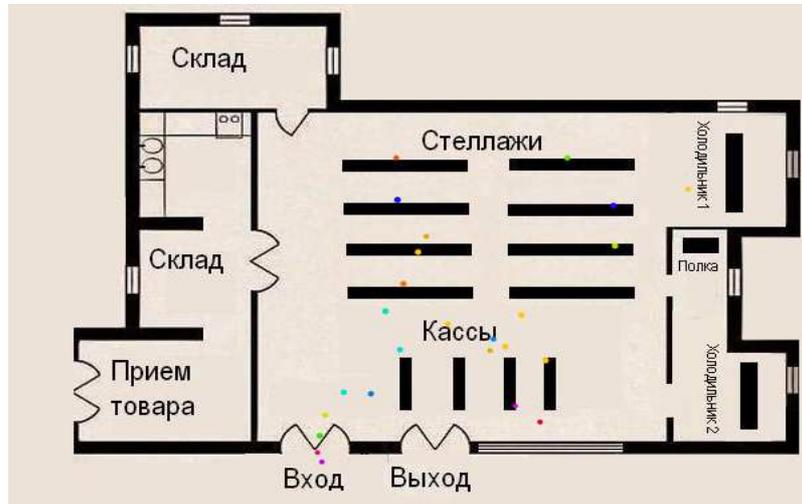


Рис. 1. Схема структуры магазина

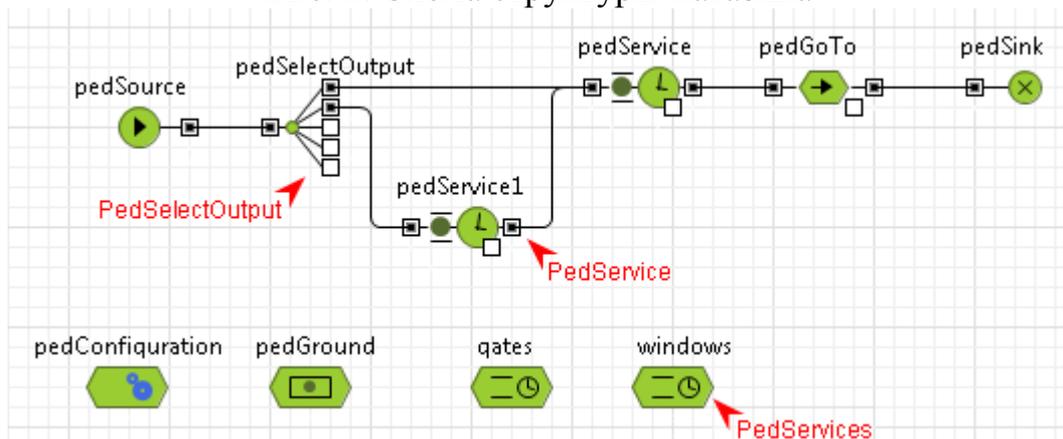


Рис. 2. Схема работы и модель системы массового обслуживания – магазина

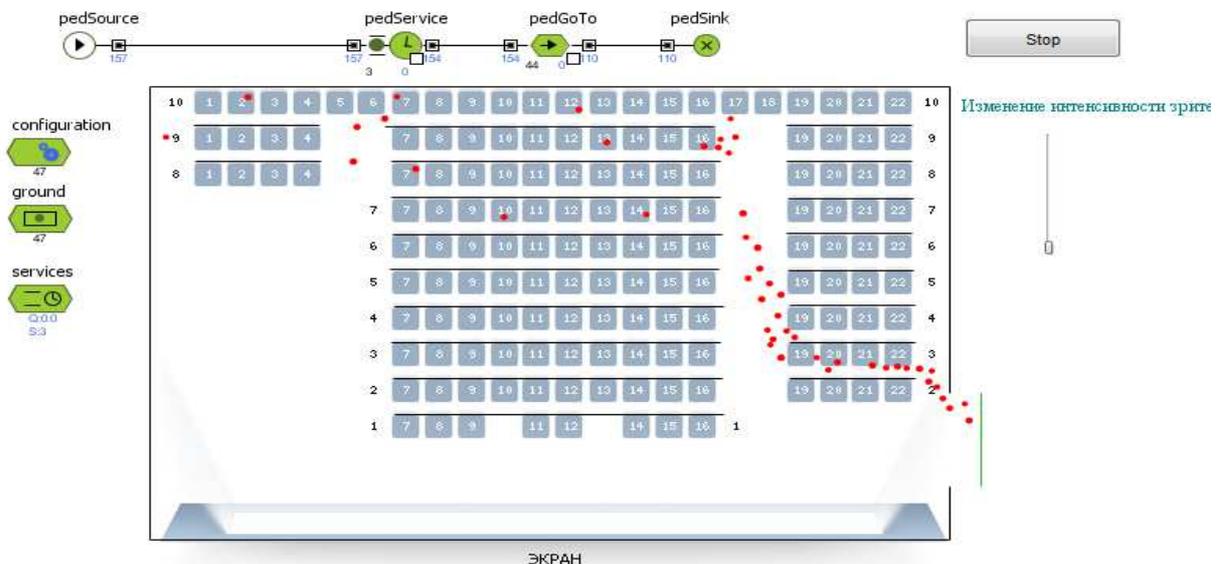


Рис. 3. Имитационная модель и пешеходная динамика выхода зрителей



Литература

1. Карпов, Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. [Текст] / Ю. Г. Карпов – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.
2. Масалович, А.И. Моделирование и анализ поведения бизнес-процессов [Текст]: конспект лекций / А. И. Масалович, Ю. А. Шебеко. – М.: Тора-Инфо-Центр, 2002.
3. Плотников, А.М. Современное состояние и тенденции развития имитационного моделирования в Российской Федерации [Текст] / А.М. Плотников, Ю.И. Рыжиков, Б.В. Соколов. Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика», 19-21 октября 2011. – Санкт-Петербург, ИММОД-2011. – с.1-47.
4. Девятков, В.В. Методология и технология имитационных исследований сложных систем: монография [Текст] / В.В. Девятков. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА – М., 2013. – 448с.
5. Маликов, Р.Ф. Основы разработки компьютерных моделей сложных систем [Текст] / Р.Ф. Маликов. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2012. – 256 с.

Е.А. Ахполова, С.П. Орлов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИКИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

(Самарский государственный технический университет)

В настоящее время системы дистанционного зондирования Земли получили широкое распространение. Данные, полученные с подобных систем, могут быть использованы в различных отраслях науки, промышленности, в сельском хозяйстве, в транспортных системах, на военных объектах. Для выполнения задач такого рода применяется оптико-электронный преобразователь (ОЭП) на матрицах ПЗС. Прибор представляет собой сложную схему различных взаимосвязанных радиоэлементов и оптических модулей [1].

На всех этапах изготовления ОЭП необходимо следить за функционированием каждого элемента и передачей данных между ними.

В процессе производства, эксплуатации и хранения оптико-электронного преобразователя в нем могут появляться и накапливаться неисправности, тем или иным образом влияющие на его работоспособность. Некоторые из них приводят к тому, что объект перестает отвечать предъявляемым к нему требованиям нормативно-технической или конструкторской документацией. Перед использованием изделия по назначению необходимо знать, есть ли в нем неисправности, которые могут стать причиной нарушения его нормальной работы. Для решения поставленной задачи на практике используется техническая диагностика объекта.



Процесс диагностирования представляет собой многократную подачу на объект диагностирования определенных воздействий (входных сигналов), многократных измерений и анализа ответов на них. Обычно действительный процесс можно разбить на этапы, каждый из которых характеризуется подаваемым на объект тестовым или рабочим воздействием и снимаемым с объекта ответом. Такие этапы называются проверками.

При изготовлении и проведении испытаний оптико-электронного преобразователя выполняется значительное число контрольно-диагностических операций. В связи с этим, управление системами тестового диагностирования осуществляется с помощью быстродействующей ЭВМ. Основные составляющие таких систем показаны на рис. 1.

При реализации процесса диагностирования используются источники тестового воздействия, измерительные устройства и устройства связи источников воздействий и измерительных устройств с объектом. Для управления средствами диагностирования и анализа реакции объекта, подверженного проведению диагностики, применяют измерительно-вычислительные комплексы (ИВК).

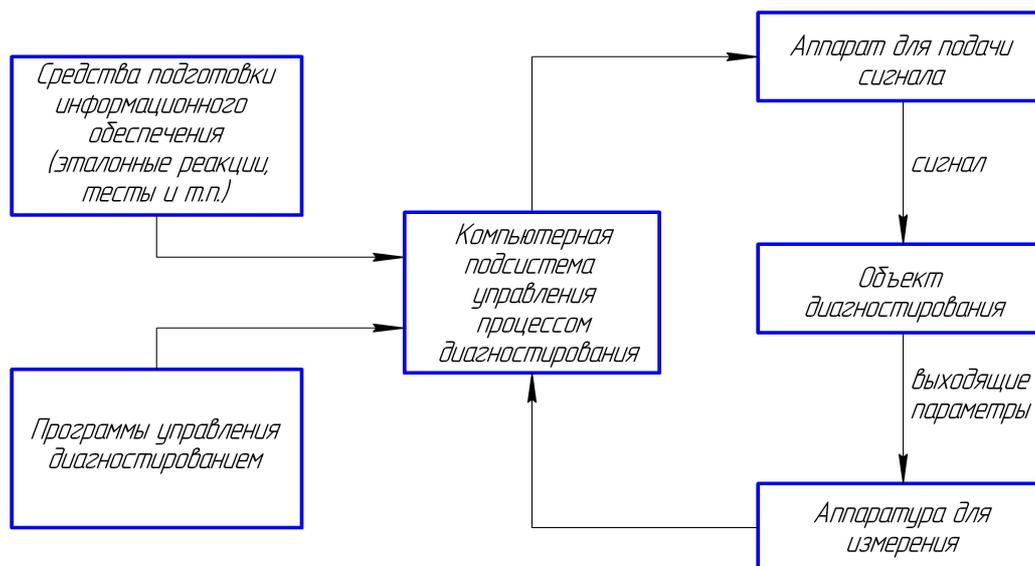


Рис.1. Схема программно-аппаратного комплекса для диагностики оптико-электронного преобразователя

Использование современного ИВК в процессе диагностирования оптико-электронных преобразователей способно решить ряд важных задач:

- измерение и оценка физических параметров изделия и внешних условий;
- анализ и прогнозирование состояния объекта испытаний в темпе испытаний;
- управление параметрами испытания;
- диагностирование и поиск неисправностей при проведении испытания;
- регистрация и документирование процесса и результатов испытаний;
- индикация параметров испытаний в реальном времени;



- оперативное отображение информации и рекомендаций по ведению испытаний;
- обмен информацией с другими системами.

Заданное качество диагностирования можно обеспечить путем исследования имитационной модели комплекса диагностирования, построенного по схеме на рис. 1. Основу модели составляют программные генераторы случайных сигналов, имитирующие входные сигналы в соответствии с заданным набором тестов. Специализированный программный модуль имитирует работу матрицы ПЗС, а также ситуации, возникающие при выходе из строя отдельных элементов преобразователя. Это позволяет разработать эффективные тестовые наборы сигналов для реальных контрольно-диагностических операций.

Литература

1. Ахполова Е.А. Измерительно-вычислительная система для контроля оптико-электронных преобразователей/Е.А.Ахполова, С.П.Орлов// Компьютерные технологии в науке, практике и образовании (КТ-2012): Труды XI Междунар. межвузовской науч.-практич. конф. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – С. 160-162.

И.В. Горбачев, Д.Э. Цыганков, А.Ф. Похилько

ПРОЦЕДУРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

(ФГБОУ ВПО Ульяновский государственный технический университет)

Практически все авторы, описывающие процесс математического моделирования, указывают, что сначала строится особая идеальная конструкция, содержательная модель. Устоявшейся терминологии здесь нет, и другие авторы называют этот идеальный объект концептуальной моделью, предмоделью. При этом финальная математическая конструкция называется формальной моделью, полученной в результате формализации данной содержательной модели (предмодели).

Формальная модель представляет собой описание технического объекта, выраженное в терминах теории множеств [1]. Процедурная модель является частным случаем формальной модели и является представлением проектируемого технического объекта множеством проектных процедур. Формирование процедурной модели происходит на основании ряда проектных параметров.

Проектные параметры – это ряд параметров, совокупность которых полностью определяет геометрический образ составного технического объекта; при этом, каждый параметр несет в себе определенный физический смысл [2].

Перед выделением проектных параметров, проектируемый составной технический объект разбивается на составные части, каждая из которых несет



определенный физический смысл и описывается отдельным рядом проектных параметров.

В качестве составного технического объекта будет рассматриваться зеркальная параболическая антенна, состоящая из следующих частей: параболического рефлектора (зеркала), облучателя (конвертора), держателя облучателя, а так же устройства крепления и кронштейна.

Процедурная модель составного технического объекта «Зеркальная параболическая антенна» принимает следующий вид:

$$PrP_{Ant.Zer}^{Слож.об.} = \{ PrP_{Рефл.}^{Сост.}, PrP_{Облуч.}^{Сост.}, PrP_{Держ.}^{Сост.}, PrP_{Крепл.}^{Сост.}, PrP_{Кроншт.}^{Сост.}, nn_{Union} \}$$

В данной формуле:

$PrP_{Ant.Zer}^{Слож.об.}$ – множество проектных процедур, принимающих участие в процессе проектирования зеркальной параболической антенны;

$PrP_{Рефл.}^{Сост.}$ – множество проектных процедур, принимающих участие в процессе проектирования параболического рефлектора (зеркала);

$PrP_{Облуч.}^{Сост.}$ – множество проектных процедур, принимающих участие в процессе проектирования облучателя (конвертора);

$PrP_{Держ.}^{Сост.}$ – множество проектных процедур, принимающих участие в процессе проектирования держателя облучателя;

$PrP_{Крепл.}^{Сост.}$ – множество проектных процедур, принимающих участие в процессе проектирования устройства крепления;

$PrP_{Кроншт.}^{Сост.}$ – множество проектных процедур, принимающих участие в процессе проектирования кронштейна;

nn_{Union} – проектная процедура объединения составных частей в сложный технический объект «Антенна зеркальная параболическая».

В качестве примера рассматривается множество проектных процедур, необходимых для проектирования параболического рефлектора. Для начала, выделяются проектные параметры, описывающие данную составную часть. После выделения ряда проектных параметров, ставится вопрос о типе принимаемых ими значений. Дело в том, что один ряд параметров может принимать лишь табличные значения, в то время как другой – любые (при определенных условиях). Так как значения всех проектных параметров вводятся пользователем, то для корректного построения 3D-модели, на них накладываются различного рода условия [2].

В таблице 1 представлены проектные параметры технического объекта «Параболический рефлектор», а так же их символическое обозначение и тип ввода их значений.

Таблица 1. Проектные параметры параболического рефлектора

Проектный параметр	Символ	Тип ввода
Диаметр рефлектора	D	Интерактивный ввод значений параметров
Глубина рефлектора	h	
Толщина рефлектора	d_t	
Тип рефлектора	T	Выбор нормализованных
Длина кромки	l_t	



Материал покрытия	m_s	значений параметров
-------------------	-------	---------------------

Формируемая на основе выделенных проектных параметров процедурная модель проектирования параболического рефлектора имеет следующий вид:

$$\text{ПрП}_{\text{Рефл.}}^{\text{Сост.}} = \{(nn_1, nn_1), (nn_2, nn_2), (nn_3, nn_3), \\ (nn_4, nn_4), (nn_5, nn_5), (nn_6, nn_6), (nn_7, nn_7)\}$$

В данной формуле:

nn_i – порядковый номер i -той проектной процедуры ($i = 1, 2, \dots, 7$);

nn_1 – проектная процедура выбора нормализованных значений параметра T ;

nn_2 – проектная процедура интерактивного ввода значения параметра D ;

nn_3 – проектная процедура интерактивного ввода значений параметра h ;

nn_4 – проектная процедура интерактивного ввода значений параметра d_t ;

nn_5 – проектная процедура выбора нормализованных значений параметра l_t ;

nn_6 – проектная процедура выбора нормализованных значений параметра m_s ;

nn_7 – проектная процедура построения 3D-модели параболического рефлектора.

Проектная процедура построения трехмерной модели (nn_7) представляет собой последовательность проектных операций, являющимися функциями от значения проектных параметров моделируемого технического объекта. Данная проектная процедура содержит как сами проектные операции, так и порядковый номер их выполнения [2].

Функционально адаптированные системы автоматизированного проектирования (ФА САПР) – это системы проектирования технического объекта или целого класса объектов, набор функциональности которых позволяет проектирование данного объекта, не требуя преодоления рамок имеющейся функциональности, при этом обеспечивая модифицируемость (адаптивность) решения в данных рамках [1].

IDEF0-модель проектной процедуры моделирования параболического рефлектора представлена на рис. 1. Как видно, входные данные – вводимые или выбираемые пользователем значения проектных параметров, а выходные – 3D-модель данного объекта, которая является результатом работы ФА САПР.

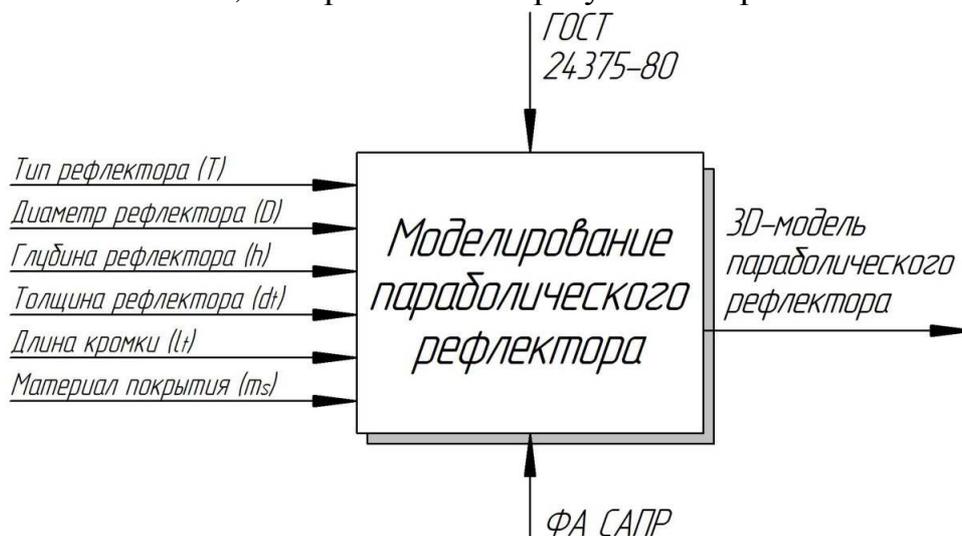


Рис. 1. Проектная процедура проектирования параболического рефлектора



На основании процедурной модели, программным путем реализуется ФА САПР. При этом, при написании исходного кода, для каждой проектной процедуры формируется отдельная функция, параметрами которой являются входные данные - определенный набор проектных параметров.

Литература

1. Tsygankov D. Formation of functionally adapted CAD systems of waveguide SHF devices / D. Tsygankov, I. Gorbachev, A. Pokhilko // Interactive Systems: Problems of Human - Computer Interaction. – Collection of scientific papers. – Ulyanovsk: USTU, 2013. – P. 284 – 288.

2. Цыганков Д.Э. Формирование функционально адаптированных САПР классов технических объектов // Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики: материалы научно-практической Internet-конференции. – Ульяновск: SIMJET, 2013. – С. 140 – 144.

Н.В. Горячев, В.А. Трусов, Н.К. Юрков

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВЫБОР СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

(Пензенский государственный университет)

Для эффективного использования информационно-измерительного комплекса исследования теплоотводов предложенного в [1] авторами разработана методика теплофизического проектирования (ТФП). Следует отметить, что под термином ТФП подразумевается последовательность действий, приводящая к выбору системы тепловой защиты радиоэлектронного средства (РЭС) и его теплонагруженных элементов. Результатом получаемым в ходе выбор тепловой защиты того или иного теплонагруженного элемента РЭС, является тип системы охлаждения (СО). Как справедливо отмечено в работе [2], сегодня промышленностью выпускается широкая номенклатура унифицированных конструкций СО. Фактически унифицированные СО покрывают большую часть потребностей конструктора РЭА. Вследствие чего, для решения типовых конструкторских задач, отпадает необходимость в применение достаточно сложных методов расчета теплоотвода [3], которые хотя и хорошо изучены, но при этом достаточно трудоемки. При решении типовых конструкторских задач, к которым, например относится расчет теплоотвода для полупроводникового элемента в стандартном корпусе, авторы предлагают использовать методику ТФП, в которой ключевым, завершающим этапом является выбор унифицированной конструкции СО.

Настоящая методика распространяется на РЭС, СО в которых работают в стационарном тепловом режиме с естественным или принудительным воздуш-



При реализации натурального вектора в распоряжении конструктора имеется физический образец СО, т.е. натурная модель, которая и подвергается исследованию с целью определения его пригодности для решения поставленной задачи охлаждения.

Таблица 1 - Векторы функционирования

Вектор функционирования	Последовательность действий
Вычислительный	1. Исследование тепловой ММ СО; 2. Оценка адекватности; 3. Определение R_{Θ} , ΔT . 4. Выбор унифицированной конструкции СО.
Натурный	1. Исследование физической модели СО; 2. Оценка адекватности; 3. Определение пригодности СО; 4. Выбор унифицированной конструкции СО.
Объединенный	1. Исследование тепловой ММ и физической моделей СО; 2. Оценка адекватности; 3. Определение R_{Θ} , ΔT для ММ модели. 4. Определение пригодности физической модели СО; 5. Выбор унифицированной конструкции СО.

И объединенный вектор работы, при котором исследуются обе модели, что позволяет не только провести корректный выбор унифицированной конструкции СО, но и оценить взаимную адекватность моделей.

При любом векторе функционирования методике, на финальном этапе производится следующие действия:

- 1) На основе данных о корпусе теплонагруженного элемента, ограничивается список возможно применимых унифицированных конструкций СО;
- 2) Учитывая полученное ранее значение требуемого теплового сопротивления $R_{\Theta_{Треб.}}$, которое позволит обеспечить нормальный тепловой режим, осуществляется выбор одного или нескольких типов СО удовлетворяющих следующему критерию:

$$R_{\Theta_{Треб.}} \geq R_{\Theta_{СО}}, \quad (1)$$

где $R_{\Theta_{Треб.}}$ – требуемое тепловое сопротивление СО, обеспечивающее нормальный тепловой режим ЭРЭ;

$R_{\Theta_{СО}}$ – тепловое сопротивление унифицированной СО.

- 3) Учитывая дополнительные (не основные) критерии, такие как геометрия СО, ориентация на поверхности печатной платы или РЭС и т.п., осуществляется окончательный выбор СО унифицированной конструкции.

Как видно из изложенного выше, основным критерием выбора унифицированной СО является соотношение (1). Фактически выбор СО происходит, учитывая основной её параметр - тепловое сопротивление ($R_{\Theta_{СО}}$), значение которого приводится в технической документации СО. Многолетний опыт конструирования теплонагруженных РЭС, показывает, что тепловое сопротивление



это универсальная величина, объединяющая в себе такие параметры СО, как эффективная площадь, тепловая проводимость материала и т.д. Дальнейшие испытания методики основанной на учете только $R_{\text{эсо}}$ доказали возможность решения задачи выбора СО, для элементов РЭС испытывающих заданную тепловую нагрузку и имеющих стандартный корпус. Методика опробована на практике при выборе унифицированной СО для полупроводниковых транзисторов и диодов в стандартных корпусах SOT-93, ТО-3, ТО-60, ТО-63, ТО-66, ТО-126, ТО-218 ТО-220, и ряда других.

Одновременно, в результате апробации предложенной методики, проходившей в процессе совершенствования лабораторного стенда описанного в [4], доказано, что методика является адекватной, а результаты её применения воспроизводимыми.

Таким образом, предложенная методика позволяет полностью использовать функциональные возможности современного научно исследовательского оборудования [1,4], в частности объединить в единой проектной среде вычислительный эксперименты, а также автоматизированный выбор унифицированной конструкции СО [5], необходимость в котором обоснована в работе [2].

Литература

1. Горячев Н.В. Совершенствование структуры современного информационно-измерительного комплекса / Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Инновационные информационные технологии. 2013. Т. 3. № 2. С. 433-436.
2. Горячев Н.В. Концепция создания автоматизированной системы выбора теплоотвода электрорадиоэлемента / Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Современные информационные технологии. 2010. № 11. С. 171-176.
3. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре: Учебник для вузов по спец. "Конструир. и произв. радиоаппаратуры". - М.: Высш. шк., 1984. - 247 с.
4. Горячев Н.В. Стенд исследования тепловых полей элементов конструкций РЭС / Н.В. Горячев, И.Д. Граб, А.В. Лысенко, П.Г. Андреев, В.А. Трусов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2008. Т. 2. С. 162-166.
5. Горячев Н.В. Алгоритм функционирования системы поддержки принятия решений в области выбора теплоотвода электрорадиоэлемента / Н.В. Горячев // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". 2012. Т. 2. С. 238-238.



В.Э. Джашитов, В.М. Панкратов, А.В. Голиков

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В БЛОКАХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ С ГИРОСКОПАМИ И С СИСТЕМАМИ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ НА МОДУЛЯХ ПЕЛЬТЬЕ

(Институт проблем точной механики управления РАН, г. Саратов)

Блоки измерителей угловых скоростей (БИУС) с волоконно-оптическими (ВОГ) или с микромеханическими (ММГ) гироскопами - это современные приборы разного уровня точности, применяющиеся в системах управления и навигации широкого класса наземных и космических подвижных объектов.

В настоящее время усилия разработчиков и исследователей направлены на существенное повышение точности этих сложных приборов [1-10].

Один из путей повышения точности – уменьшение влияния тепловых воздействий на приборы и минимизация их температурного дрейфа [4,5,6-9].

Современные БИУС с гироскопами, должны функционировать [1-10] в условиях жестких внешних и внутренних тепловых воздействий. Например, внешние температуры могут меняться в диапазоне $(-10 \div +40)^{\circ}\text{C}$ для БИУС с ВОГ и $(-65 \div +85)^{\circ}\text{C}$ в блоках с ММГ (БММГ) при наличии внутренних источников тепла в единицы Ватт.

Для повышения точности с успехом применяются пассивные методы борьбы [4-8] с тепловыми воздействиями (алгоритмическая термокомпенсация, тепловое шунтирование элементов, усовершенствования конструкции и др.). Однако для существенного (на порядки) повышения точности применения только пассивных способов недостаточно [9,10]. Для этого применяются активные методы, заключающихся в создании одно- или многоконтурных реверсивных систем терморегулирования (СТР) всего блока и отдельных гироскопов [9-11].

Активный метод регулирования температуры позволяет уменьшить в принципе все температурные погрешности приборов независимо от их конструкции и типа применяющихся в них гироскопов, т.к при активном методе управляющее воздействие производится на причину температурных погрешностей прибора и датчиков – их нестационарные неоднородные температурные поля.

В любом случае для реализации пассивных и активных методов обеспечения термоинвариантности инерциальных датчиков и приборов необходимо уметь моделировать тепловые процессы в этих многокомпонентных сложных устройствах с учетом возможного наличия систем терморегулирования.

Объекты исследования. Нестационарные тепловые процессы в БИУС с ВОГ НПП “Антарес”, г. Саратов [6] и БММГ, ОАО МИЭА, г. Москва [7] с учетом функционирования активных СТР для этих приборов.

Цель работы. Построение и анализ математических моделей объектов исследования и на его основе синтез реверсивных СТР с модулями Пельтье,



обеспечивающих, при минимальном энергопотреблении, поддержание заданной температуры чувствительных элементов прибора в условиях сложных температурных воздействий и существенное уменьшение его теплового дрейфа.

Для достижения цели *поставлены и решены* задачи:

- разработка математического, алгоритмического и программного обеспечения, реализующего построенные иерархические математические модели тепловых процессов динамических систем “БИУС-ВОГ-СТР”, “БММГ-СТР”;
- аналитическое и численное компьютерное моделирование, выбор параметров СТР, получение качественных и количественных оценок функционирования динамических систем при сложных температурных воздействиях.

В основе математической модели тепловых процессов, предназначенной для расчета и анализа температурных полей БИУС с ВОГ, БММГ и других температурных характеристик с учетом применения реверсивной СТР на модулях Пельтье, заложен модифицированный метод тепловых балансов [4,12].

Основной алгоритм расчета температурных полей устройства, состоящего из твердотельных объемов имеет следующий вид [4]:

$$T_i(t + \Delta t) = \left[1 - \frac{\Delta t}{c_i} \left(\sum_{j=1}^M q_{ij} + q_{ic} \right) \right] T_i + \frac{\Delta t}{c_i} \left(\sum_{j=1}^M q_{ij} T_j + q_{ic} T_c + Q_i \right), \quad (1)$$

где $T_i(t), T_i(t + \Delta t)$ - температуры i -го объема в настоящий и последующий моменты времени; T_c - температура окружающей среды; c_i - теплоемкость i -го объема; q_{ij} - теплопроводности между объемами i, j ; q_{ic} - теплопроводность между i -м объемом и окружающей средой; Q_i - мощность источников тепла или холода; Δt - шаг расчета; M - количество объемов, имеющих тепловой контакт с i -м объемом; N - количество объемов; $i = 1, \dots, N$.

В структуре теплопроводностей q_{ij}, q_{ic} учитывается теплообмен теплопроводностью, свободной и вынужденной конвекцией и излучением.

Возможен и иной подход [4,12] к составлению тепловых балансов в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$c_i \dot{T}_i + \sum_{j=1}^N q_{ij} (T_i - T_j) + q_{ic} (T_i - T_c) = Q_i, \quad i = 1, \dots, N. \quad (2)$$

Для управления температурными полями прибора с СТР предлагается использовать термоэлектрические исполнительные устройства (модули Пельтье), принцип действия которых основан на эффекте Пельтье [4,13].

Особенность применения алгоритма (1) или уравнений (2) в том, что в рассматриваемых динамических системах имеются источники тепла (холода) с автоматически изменяющимися в соответствии с законом регулирования мощностями Q_P, Q_H на рабочем и наружном спаях модуля Пельтье.

Математическая модель, описывающая функционирование модуля Пельтье, и принятые нелинейные пропорционально – релейные законы регулирования температуры имеет вид [4,13]:



$$Q_P = \left[-\varepsilon_T J (T_P + 273) + \frac{J^2 R}{2} \right] nm, \quad Q_H = \left[\varepsilon_T J (T_H + 273) + \frac{J^2 R}{2} \right] nm \quad (3)$$

$$J = \begin{cases} J_{\max}, & \text{если } T_d - T_z \geq T_L; \\ k(T_d - T_z - T_N), & \text{если } T_N \leq T_d - T_z \leq T_L; \\ 0, & \text{если } -T_N \leq T_d - T_z \leq T_N; \\ k(T_d - T_z + T_N), & \text{если } -T_L \leq T_d - T_z \leq -T_N; \\ -J_{\max}, & \text{если } T_d - T_z \leq -T_L; \end{cases} \quad (4)$$

где Q_P, Q_H - мощности источников тепла или холода на рабочем и наружном спае; ε_T - коэффициент термоэлектродвижущей силы; J - ток, протекающий через термоэлемент; R - электрическое сопротивление; n, m - количество термоэлементов в модуле Пельтье и количество модулей Пельтье; J_{\max} - максимальный ток; T_L, T_N - зоны линейности и нечувствительности; T_P, T_H - температуры рабочей и наружной поверхности (спая) модуля Пельтье; $k = J_{\max} / (T_L - T_N)$ - крутизна характеристики закона регулирования; T_Z - заданная температура термостабилизации; T_d - температура термодатчика.

Законы изменения температуры наружной и внутренней окружающей среды устройства приняты в построенной модели следующие:

$$T_C = T_D \sin \omega t + T_{00} + T_R, \quad (5)$$

где T_D, ω, T_{00}, T_R - параметры детерминированных (ступенчато или гармонически изменяющихся) и случайных характеристик.

Алгоритмы, уравнения и соотношения (1)-(5), составляют основу математических моделей тепловых процессов рассматриваемых динамических систем и реализованы в программных комплексах "TP-BIUS-STR", "TP-BMMG-STR" (рис.1, рис.2).

Для примера, на рис.3 показаны, полученные сравнительные результаты по моделированию тепловых процессов в БММГ в условиях ступенчатого изменения внешней температуры при отсутствии СТР и при работе синтезированной СТР с выбранными параметрами.

Таким образом, достигнута цель работы и решены поставленные задачи в полном объеме.

- Построенные модели вполне работоспособны.
- Моделирование показало, что влияние внешних перепадов температуры на температуру основных элементов БММЧЭ при применении СТР ослабилось в ≈ 140 раз.
- "Цена" за такое улучшение температурной ситуации в приборе - это установленная потребляемая мощность СТР < 5 Вт при определенной степени теплоизоляции; увеличение массы и габаритных размеров за счет исполнительных элементов СТР и теплоизоляции примерно на 20÷40% по сравнению с базовым вариантом прибора без СТР.

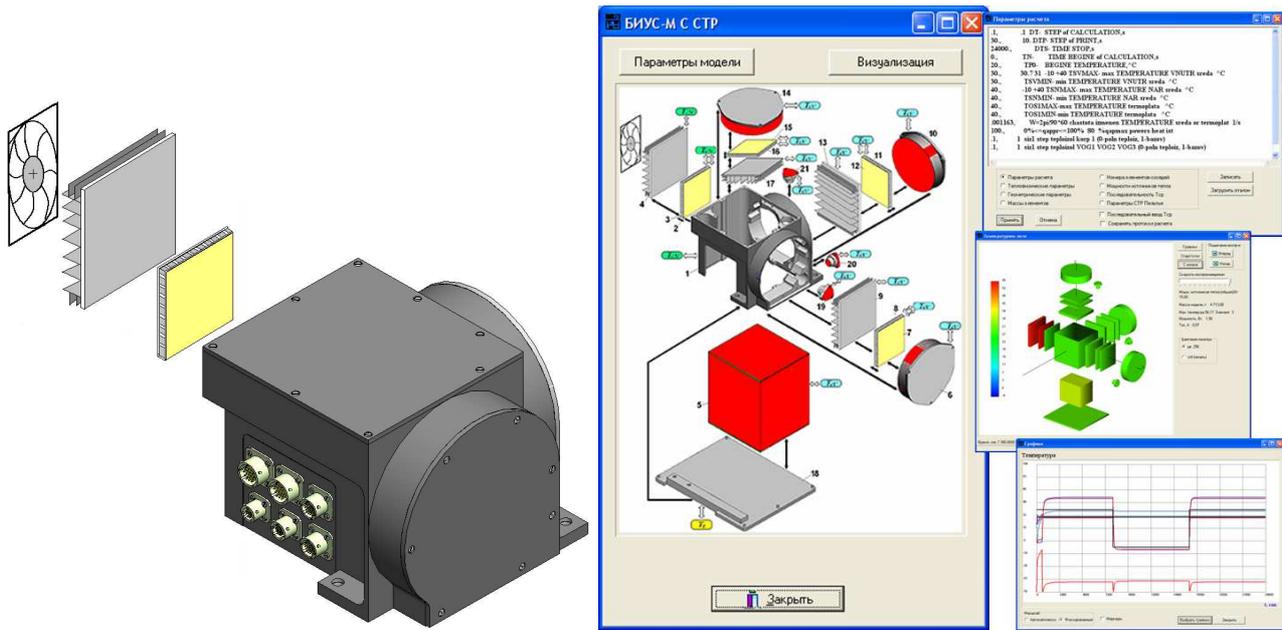


Рис. 1. Общий вид, диалоговые окна программного комплекса "TR-BIUS-STR" и визуализация расчетов температурных полей и тепловых процессов БИУС с ВОГ и СТР

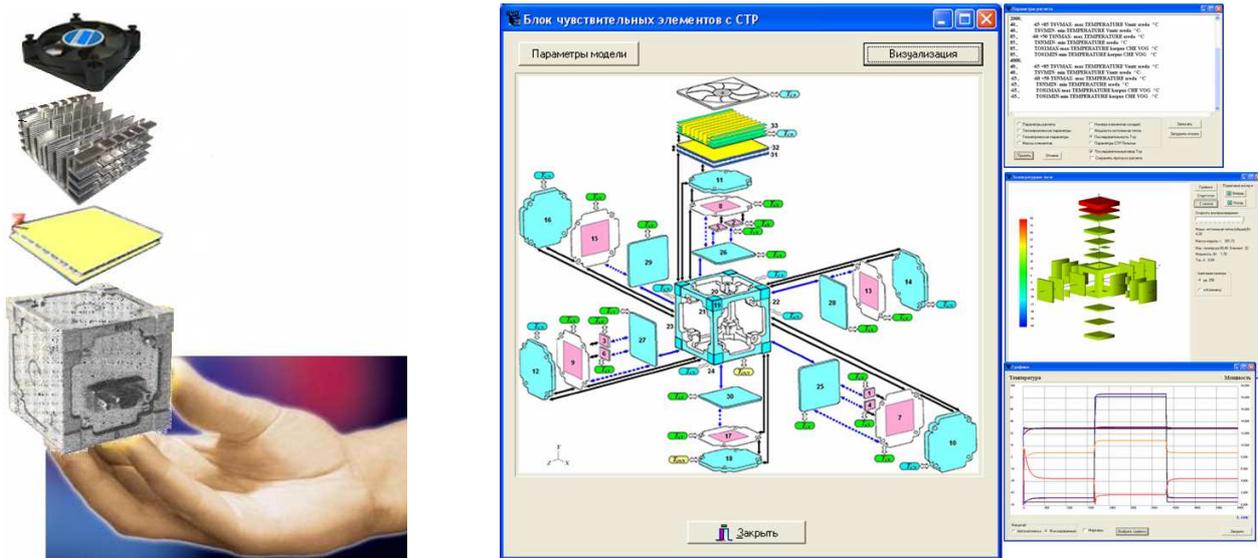


Рис.2.Общий вид, диалоговые окна программного комплекса "TR-BMMG-STR" и визуализация расчетов температурных полей и тепловых процессов БММГ с СТР

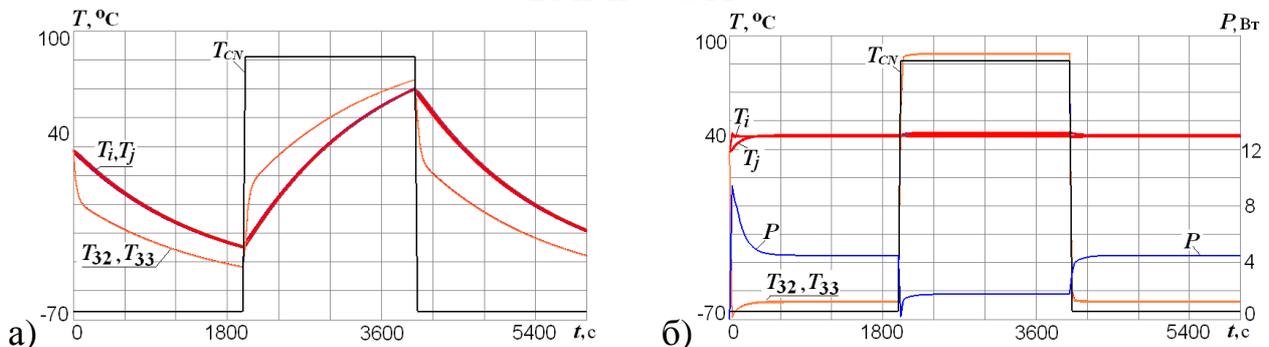


Рис.3. Температурные характеристики БММГ при выключенной (а) и работающей (б) СТР (см. следующую страницу)



К рис. 3: P – потребляемая мощность при теплоизоляции 0,1 от базовой; T_{CN} - внешняя температура; $T_i, T_j; T_{32}, T_{33}$ – температуры элементов; наружно-го спая модуля Пельтье и радиатора.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ по проекту 13-08-00355а.

Литература

1. Пешехонов В.Г. Ключевые задачи современной автономной навигации //Гироскопия и навигация - 1996.- № 1(12).- С.48-55.
2. Коркишко Ю.Н., Федоров В.А., Прилуцкий В.Е. и др. Волоконно-оптический гироскоп навигационного класса точности. //XIV С.-Петербургская Международная конференция по интегрированным навигационным системам. С.-Петербург, ГНЦ РФ "ЦНИИ "Электроприбор" 2007. С.141-150.
3. Колеватов А.П., Николаев С.Г., Андреев А.Г., Ермаков В.С. и др. Успехи в разработке БИНС на базе волоконно-оптических гироскопов. //XVI С.-Петербургская Международная конференция по интегрированным навигационным системам. С.-Петербург, ГНЦ РФ "ЦНИИ "Электроприбор" 2009. С.13-20.
4. Джашидов В.Э., Панкратов В.М. Датчики, приборы и системы авиакосмического и морского приборостроения в условиях тепловых воздействий. / Под общей редакцией академика РАН В.Г. Пешехонова. С.-Петербург: ГНЦ РФ ЦНИИ "Электроприбор", 2005. -404с.
5. Джашидов В.Э., Панкратов В.М., Голиков А.В., Николаев С.Г., Колеватов А.П., Плотников А.Д., Коффер К.В. Иерархические тепловые модели бесплатформенной инерциальной навигационной системы с волоконно-оптическими гироскопами и акселерометрами //Гироскопия и Навигация, с.-Петербург, №1(80), 2013, с.49 -63.
6. Джашидов В.Э., Панкратов В.М., Голиков А.В., Губанов А.Г., Ефремов М.В. Обеспечение термоинвариантности волоконно-оптического гироскопа //Гироскопия и навигация", изд-во ГНЦ РФ ОАО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор", №4 (75), 2011. С. 42-56.
7. Кузнецов А.Г., Галкин В.И., Молчанов А.В., Портнов Б.И., Якубович А.М. Результаты разработки и летных испытаний микромеханического блока //XIX С.-Петербургская Международная конференция по интегрированным навигационным системам. С.-Петербург, ГНЦ РФ ОАО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор" 2012. С.16-26.
8. Джашидов В.Э., Панкратов В.М., Лестев А.М., Попова И.В. Расчет температурных и технологических погрешностей микромеханических гироскопов /в кн. «Нано - и микросистемная техника. От исследований к разработкам», Сб. статей под редакцией д.т.н., профессора П.П. Мальцева (наиболее цитируемые статьи из журнала "Нано- и микросистемная техника" за 5 лет), М., Техносфера, 2005. – 592с. (с.342-357).
9. Barbour N., Madden P., Socha M. Development of a micromechanical gyro package with GPS for small pointing Satellites //Gyroscopy and Navigation - 1996.- № 2(13).- С.7-15.



10. Джашитов В.Э., Панкратов В.М. Применение метода элементарных балансов для анализа и синтеза системы терморегулирования на модулях Пельтье для БИНС на ВОГ //Гироскопия и навигация", изд-во ГНЦ РФ ОАО "Концерн "ЦНИИ "Электроприбор", №2 (81), 2013. с. 84-103.

11. Барулина М.А., Джашитов В.Э., Панкратов В.М. Математические модели систем терморегулирования микромеханических гироскопов //Гироскопия и навигация", изд-во ГНЦ РФ ЦНИИ "Электроприбор", №3, 2002. с. 46-58.

12. Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Методы расчета теплового режима приборов. М.: Радио и связь, 1990. -312 с.

13. Ингберман М.И., Фромберг Э.М., Грабой Л.П. Термостатирование в технике связи. М.: Связь, 1979. 144с.

Д.И. Завершинский, Н.Е. Молевич

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГЕНЕРАЦИИ СЕРИИ АВТОВОЛНОВЫХ ИМПУЛЬСОВ В ТЕПЛО ВЫДЕЛЯЮЩЕЙ ПЛАЗМЕННОЙ СРЕДЕ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет),
Самарский филиал Учреждения Российской академии наук
Физического института им. П.Н. Лебедева РАН)

Процессы, происходящие в плазме, находящейся в магнитном поле, вызывают активный интерес в связи с большим количеством фундаментальных и прикладных приложений. Среды такого типа естественным образом возникают в межзвездном пространстве и звездных атмосферах, а также являются рабочими средами перспективных образцов термоядерных реакторов, в которых нагрев и удержание плазмы осуществляется магнитным полем. В подобных средах возможно распространение следующих типов волн: альфвеновских, быстрой и медленной магнитоакустических. В альфвеновских волнах давление, плотность и продольная компонента скорости остаются неизменными, а возмущение претерпевают поперечные составляющие скорости и напряженности магнитного поля. В магнитоакустических волнах наряду с поперечными компонентами поля и скорости изменение претерпевают также плотность, давление и продольная компонента скорости. Продольная же составляющая вектора напряженности магнитного поля остаётся постоянной. В [1-3] показано, что в тепловыделяющей плазме альфвеновские волны устойчивы, а магнитоакустические волны могут стать неустойчивыми. Акустическая неустойчивость магнитоакустических волн была подробно рассмотрена в работе [4], также было показано, что эта неустойчивость приводит к формированию сильно асимметричного автоволнового импульса с разрывным передним и экспоненциальным задним фронтом. Этот импульс описывается обобщенным нелинейным уравнением. В работе [4] было показано, что в случае, когда угол внешнего магнитного



поля перпендикулярен направлению распространения волн, в среде может распространяться только быстрая магнитоакустическая волна, при этом в случае изоэнтропической тепловой неустойчивости возможен распад начального возмущения на серию автоволновых импульсов. В случае же когда угол внешнего магнитного поля параллелен направлению распространения волн, в среде может распространяться только медленная магнитоакустическая волна, которая может стать неустойчивой и устойчивая альфвеновская волна.

В данной работе показаны результаты численного моделирования процесса генерации серии автоволновых импульсов в тепловыделяющей плазменной среде для случаев параллельного и перпендикулярного внешнего магнитного поля.

В качестве базовой системы уравнений была использована одномерная система уравнений магнитной гидродинамики. Для численного моделирования использовалась основная система уравнений магнитной гидродинамики в безразмерном виде. За основные размерные величины взяты координата, время, плотность и температура, соответственно z_0, t_0, ρ_0, T_0 .

Масштабы измерения остальных величин выражаются через параметры следующим образом

$$V_{z0} = z_0 t_0^{-1}; P_0 = \rho_0 V_{z0}^2 = \rho_0 z_0^2 t_0^{-2}; \varepsilon_0 = V_{z0}^2 = z_0^2 t_0^{-2}; B_0 = \sqrt{P_0} = z_0 t_0^{-1} \rho_0^{1/2} \quad (1)$$

С учетом сделанного выбора масштабов система уравнений магнитной гидродинамики в безразмерном виде выглядит следующим образом

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial t} + V_z \frac{\partial \rho}{\partial z} + \rho \frac{\partial V_z}{\partial z} &= 0; \\ \rho \left(\frac{\partial V_z}{\partial t} + V_z \frac{\partial V_z}{\partial z} \right) &= -\frac{\partial P}{\partial z} - \frac{1}{4\pi} \left(B_y \frac{\partial B_y}{\partial z} + B_x \frac{\partial B_x}{\partial z} \right); \rho \left(\frac{\partial V_x}{\partial t} + V_z \frac{\partial V_x}{\partial z} \right) = \frac{B_z}{4\pi} \frac{\partial B_x}{\partial z}; \\ \rho \left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + V_z \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} \right) &= -P \frac{\partial V_z}{\partial z} + Q(\rho, T) \quad (2) \\ \frac{\partial B_x}{\partial t} &= -\frac{\partial}{\partial z} (V_z B_x - V_x B_z); B_z = const; P = \frac{k_B \cdot T \cdot \rho}{m} = \rho RT; \varepsilon = \frac{RT}{(\gamma-1)} \end{aligned}$$

В (2) ρ, T, P, ε , это плотность, температура, давление и внутренняя энергия в плазменной среде, соответственно, V_x, V_z, B_x, B_z это x-вые и z-ые компоненты вектора скорости и магнитного поля соответственно, k_B - постоянная Больцмана, γ - показатель адиабаты, R - универсальная газовая постоянная, m - $1/2$ молекулярной массы, $Q(\rho, T)$ - обобщенная функция тепловых потерь, широко применяемая при исследовании тепловых неустойчивостей, начиная с пионерских работ [5] В стационарных условиях она равна 0. В системе (2) ионизированный газ является идеальным, пренебреженно влиянием диссипативных процессов, обусловленных наличием вязкости, теплопроводности и конечной проводимости.

Численное моделирование проводилось по неявной полностью консервативной схеме в Лагранжевых массовых координатах, полученной из системы



уравнений (2). При моделировании использовался ряд приближений. Рассмотрение динамики распространения волн ведется в декартовой системе координат x, y, z . Считается, что возмущения распространяются в положительном направлении оси z . Вектор магнитного поля направлен под некоторым углом α в плоскости x - z . Зависимостью функций от x, y пренебрегается $\partial/\partial x = \partial/\partial y = 0$. Уравнение энергии взято в недивергентной форме. Рассматриваемый газ считается идеально проводящим $\sigma = \infty, E = 0$. Коэффициенты диэлектрической и магнитной проницаемости считаются равными 1. $D = \epsilon E, B = \mu H; \quad \epsilon = \mu = 1 \rightarrow B = H$.

Для расчета ударной волны без явного выделения на сетке ее фронта применялся метод «размывания» фронта за счет введения в систему разностных уравнений некоторых диссипативных членов (так называемой псевдовязкости ω , или искусственной вязкости).

Для наглядности в качестве базовой модели источника тепловыделения использовались простейшие степенные функции.

$$\mathfrak{S}(\rho, T) = \rho^{a_1} T^{b_1} - \rho^{a_2} T^{b_2}; a_1 := 0.38; b_1 := -0.2; a_2 := 0.1; b_2 := 0.1 \quad (3)$$

При заданном таким образом источнике тепловыделения, в среде выполняется условие акустической (изоэнтропической неустойчивости), изобарической и изохорической устойчивости. В среде существует положительная обратная связь и возможно образование предсказанных структур.

Ниже на рисунках 1 и 2 показаны результаты численного моделирования для случаев параллельного и перпендикулярного внешнего магнитного поля, соответственно. Для случая когда динамическое давление плазмы в два раза больше магнитного давления плазмы (бета плазмы $\beta = 2$)

На рисунке 1а) показано изменение плотности, на рисунке 1б) показано изменение x -вой компоненты магнитного поля. Показан распад начального возмущения на серию автоволновых импульсов. Аналитическое значение значения амплитуды 0.17, посчитано на основе результатов представленных в работе [4].

На рисунке 2а) показано изменение плотности, на рисунке 2б) показано изменение x -вой компоненты магнитного поля. Показан распад медленной магнитоакустической волны на серию автоволновых импульсов. Альфвеновская волна остается устойчивой. Аналитическое значение значения амплитуды импульса медленной магнитоакустической волны 0.33.

Как можно видеть из полученных результатов численного моделирования, процесса эволюции быстрых, медленных магнитоакустических волн и альфвеновской волны в случае, когда угол внешнего магнитного поля перпендикулярен направлению распространения волн, быстрая магнитоакустическая волна, распадается на серию автоволновых импульсов с аналитически предсказанным значением амплитуды (Рисунок 1).

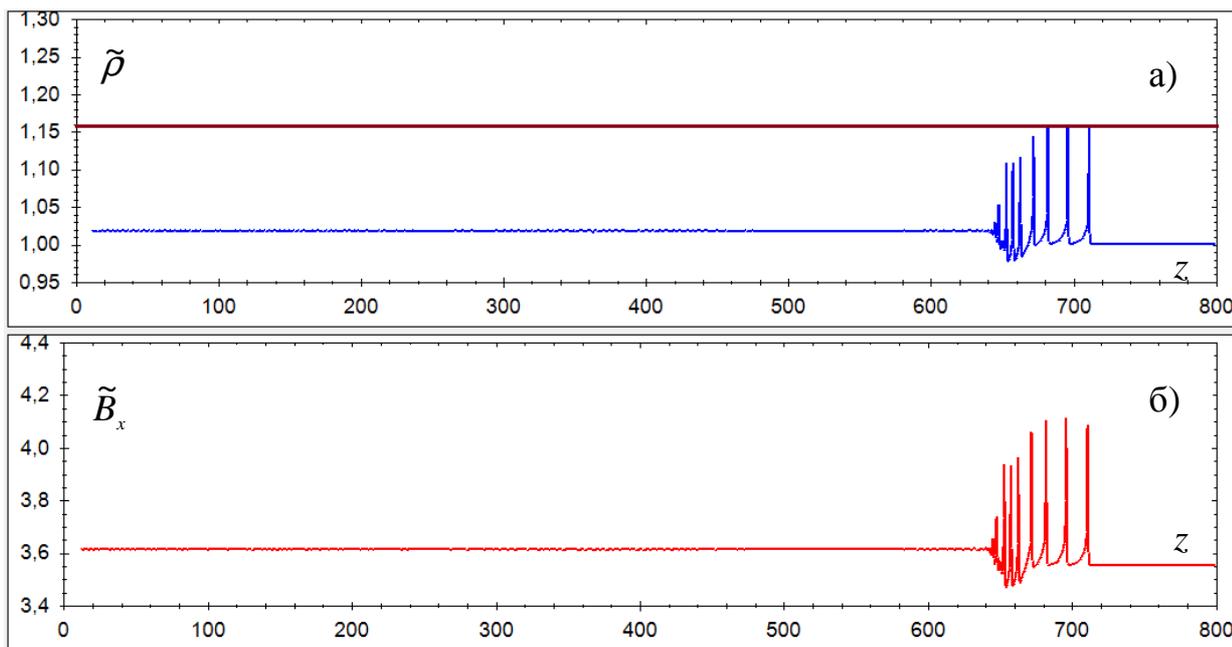


Рис. 1. Результат моделирования эволюции быстрой магнитоакустической волны с начальным распределением в виде «ступеньки».

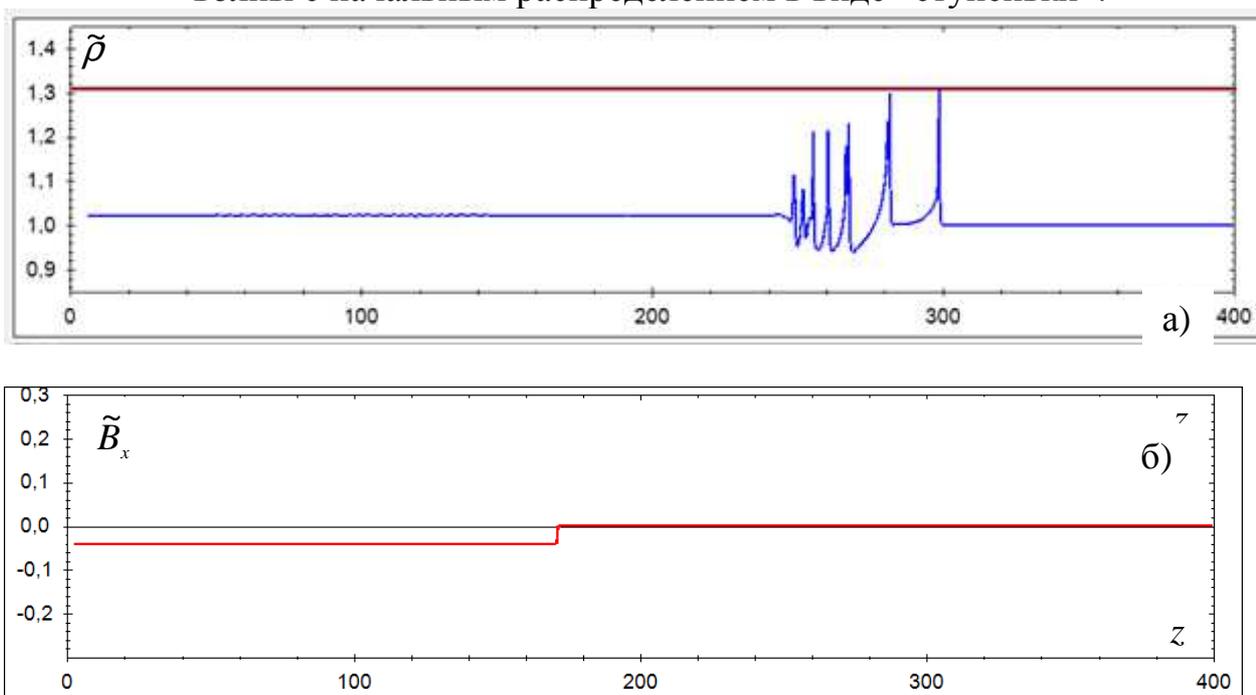


Рисунок 2– Результат моделирования эволюции медленной магнитоакустической волны и альфвеновской волны с начальным распределением в виде «ступеньки».

В случае же когда угол внешнего магнитного поля параллелен направлению распространения волн, медленная магнитоакустическая волна распадается на серию автоволновых импульсов с аналитически предсказанным значением амплитуды (Рисунок 2). В ходе дальнейших исследований будет проведено исследование динамики волн при произвольном значении угла наклона внешнего магнитного поля, когда в среде возможно распространение неустойчивых быстрых и медленных магнитоакустических волн.



Литература

1. Heyvaerts, J. The thermal instability in a magnetohydrodynamic medium [Текст] / J.Heyvaerts // *Astronomy and Astrophysics*. 1974. - V. 37, N. 1. - P. 65-73
2. Nakariakov, V M. Magnetoacoustic Waves of Small Amplitude in Optically Thin Quasi-isentropic Plasmas [Текст] / V M.Nakariakov, C A. Mendoza-Briceño, S.Ibáñez, H. Miguel // *The Astrophysical Journal*. - 2000. - V. 528, I.2. P. 767-775.
3. Chin, R. Self-organization of magnetoacoustic waves in a thermally unstable environment [Текст] / R.Chin, E.Verwichte, G.Rowlands, V.M.Nakariakov // *Physics of Plasmas*. - 2010. - V.17, I.3. - P. 032107-032107-12.
4. Zavershinskii, D.I., Molevich, N.E. A magnetoacoustic autowave pulse in a heat-releasing ionized gaseous medium // *Technical Physics Letters*, - 2013, - V. 39, I. 8, P 676-679
5. Field, G.B. Thermal instability [Текст] / G.B.Field // *Astrophysical journal*. 1965. - V. 142, P. 531-567.

Ю.М.Заболотнов, А.А. Лобанков

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Целью работы является разработка метода синтеза оптимального регулятора для колебательной системы с двумя степенями свободы, описывающей малые колебания относительно ее программного движения или состояния покоя. Для решения данной задачи используются принцип динамического программирования Беллмана и теория аналитического конструирования оптимальных регуляторов (АКОР) Летова [1]. Рассматриваемые методы предлагается использовать совместно с методом усреднения [2]. Такой подход позволяет понизить размерность задачи и, тем самым, значительно упростить ее решение.

Рассматриваются колебательные системы, поведение которых описывается следующей системой обыкновенных дифференциальных уравнений

$$A \frac{d^2 x}{dt^2} + C x = \varepsilon Q \left(x, \frac{dx}{dt} \right) + \varepsilon m u, \quad (1)$$

где x - n -мерный вектор переменных состояния системы, A и C - известные квадратные симметричные матрицы, ε - малый параметр задачи, $Q \left(x, \frac{dx}{dt} \right)$ - вектор-функция возмущений, действующих на систему; m - матрица, определяющая структуру управляющего устройства в конкретной задаче; u - скалярное управление.



Предполагается, что для системы (1) выполнены условия управляемости и наблюдаемости [3].

Решается задача определения оптимального управления системой (1) u^0 с целью демпфирования колебаний, то есть решается задача о переводе системы в начало координат. Причем оптимальность управления u понимается в смысле минимума квадратичного функционала

$$J = \varepsilon \int_0^{t_k} (K^T a K + cu^2) dt, \quad (2)$$

где a - положительно определенная матрица весовых коэффициентов для ошибок управления, $c > 0$ - весовой коэффициент для управления, K - вектор амплитуд колебаний, $(^T)$ - знак транспонирования, t_k - время перехода.

Применение метода усреднения к системе (1) предполагает замену переменных в этой системе в соответствии с формулами

$$x = \sum_{i=1}^n K_i V^{(i)} \cos(\varphi_i), \quad \frac{dx}{dt} = -\sum_{i=1}^n K_i \omega_i V^{(i)} \sin(\varphi_i), \quad (3)$$

где φ - вектор фаз колебаний.

Применяя стандартную процедуру перехода к переменным «амплитуды – фазы», получим дифференциальные уравнения для новых переменных

$$\frac{dK}{dt} = \varepsilon X(K, \varphi) + \varepsilon Y(\varphi)u, \quad (4)$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega + \varepsilon \Phi(K, \varphi) + \varepsilon \Psi(K, \varphi)u, \quad (5)$$

где вид функций известен.

Согласно принципу динамического программирования Беллмана, сформулированному для непрерывных динамических систем, оптимальное управление определяется из условия [1]

$$\min_u \left[\varepsilon (K^T a K + cu^2) + \left(\frac{\partial W}{\partial K} \right)^T \frac{dK}{dt} + \left(\frac{\partial W}{\partial \varphi} \right)^T \frac{d\varphi}{dt} \right] = 0, \quad (6)$$

где $W(K, \varphi)$ - производящая функция.

Подставляя систему (4), (5) в условие (6) и собирая вместе слагаемые, зависящие от управления, получим функцию

$$H(u) = \varepsilon cu^2 + \varepsilon u \left[\left(\frac{\partial W}{\partial K} \right)^T Y(\varphi) + \left(\frac{\partial W}{\partial \varphi} \right)^T \Psi(K, \varphi) \right]. \quad (7)$$

Из условия минимума этой функции $\frac{\partial H}{\partial u} = 0$ нетрудно определить оптимальное управление

$$u^0 = -\frac{1}{2c} \left[\left(\frac{\partial W}{\partial K} \right)^T Y(\varphi) + \left(\frac{\partial W}{\partial \varphi} \right)^T \Psi(K, \varphi) \right]. \quad (8)$$



Оптимальное управление u^0 найдено с точностью до производящей функции $W(K, \varphi)$. Для определения дифференциального уравнения для этой функции необходимо подставить выражение (8) в условие (6), тогда

$$\varepsilon K^T a K + \varepsilon \left(\frac{\partial W}{\partial K} \right)^T X(K, \varphi) + \left(\frac{\partial W}{\partial \varphi} \right)^T [\omega + \varepsilon \Phi(K, \varphi)] - \frac{\varepsilon}{4c} \left[\left(\frac{\partial W}{\partial K} \right)^T Y(\varphi) + \left(\frac{\partial W}{\partial \varphi} \right)^T \Psi(K, \varphi) \right]^2 = 0. \quad (9)$$

Для решения уравнения (9) предлагается применить метод усреднения, который заключается в поиске решения в виде асимптотических рядов. Подставляя известные формулы метода усреднения в уравнение (9) и усредняя это уравнение по фазам φ_i^0 ($i = 1, \dots, n$) и удерживая слагаемые только порядка ε , получим

$$(K^0)^T a K^0 + \frac{\partial W_0}{\partial K^0} \cdot \langle X(K^0, \varphi^0) \rangle - \frac{1}{4c} \left\langle \left[\left(\frac{\partial W_0}{\partial K^0} \right)^T Y(\varphi^0) \right]^2 \right\rangle = 0. \quad (10)$$

где оператор $\langle \dots \rangle$ есть стандартный оператор усреднения.

Уравнение (10) существенно проще исходного уравнения (9), так как слагаемые в него входящие зависят только от амплитуд и не зависят от фаз, причем, то же самое справедливо и для производящей функции $W_0(K^0)$.

Для обеспечения динамической устойчивости точки равновесия колебательной системы $x = \frac{dx}{dt} = 0$ функция $W_0(K^0)$, удовлетворяющая уравнению (10), должна быть положительно определенной. В этом случае функцию $W_0(K^0)$ можно рассматривать как функцию Ляпунова, обеспечивающую устойчивость решения $K^0 = 0$ для усредненной системы [4].

Здесь надо отметить, что с учетом соотношений (8) и (10) оптимальное управление в первом приближении можно записать в виде

$$u^0 = -\frac{1}{2c} \left[\left(\frac{\partial W_0}{\partial K^0} \right)^T Y(\varphi^0) \right] + \varepsilon \dots, \quad (11)$$

то есть слагаемые пропорциональные ε можно не учитывать, так как при подстановке (11) в уравнение для амплитуд (4) эти члены изменяют только второе приближение метода усреднения.

Рассмотрим колебательную систему в форме (1) с двумя степенями свободы при наличии линейных возмущений, т.е. когда $n = 2$ и $Q = R \frac{dx}{dt}$. Усреднение двухчастотной системы позволяет представить результаты анализа колебаний в наглядной форме с помощью метода фазовой плоскости в координатах (K_1^0, K_2^0) [5].

Из приближенного уравнения для производящей функции $W_0(K^0)$ следует, что для ее определения в первом приближении достаточно рассмотреть только уравнения амплитуд (4). Эти уравнения для случая $n = 2$ имеют вид



$$\frac{dK_1}{dt} = -\varepsilon [N_4(Q_1 + m_1 u) - N_2(Q_2 + m_2 u)] \sin \varphi_1. \quad (12)$$

$$\frac{dK_2}{dt} = \varepsilon [N_3(Q_1 + m_1 u) - N_1(Q_2 + m_2 u)] \sin \varphi_2. \quad (13)$$

где $N_1 = \frac{A_{11} + A_{12}\chi_1}{\omega_2(\chi_2 - \chi_1)(A_{11}A_{22} - A_{12}^2)}$, $N_2 = \frac{A_{11} + A_{12}\chi_2}{\omega_1(\chi_2 - \chi_1)(A_{11}A_{22} - A_{12}^2)}$,
 $N_3 = \frac{A_{12} + A_{22}\chi_1}{\omega_2(\chi_2 - \chi_1)(A_{11}A_{22} - A_{12}^2)}$, $N_4 = \frac{A_{12} + A_{22}\chi_2}{\omega_1(\chi_2 - \chi_1)(A_{11}A_{22} - A_{12}^2)}$.

Здесь матрица собственных векторов невозмущенной системы представлена в виде $V = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ \chi_1 & \chi_2 \end{pmatrix}$, где $\chi_{1,2}$ - коэффициенты форм колебаний. Полное преобразование к переменным «амплитуды – фазы» для двухчастотной системы вида (1) приводится в [5].

После перехода к переменным «амплитуды-фазы», формула для определения управления примет вид

$$U^0 = \frac{1}{c} A_{11} \cdot K_1^0 (N_4 \cdot m_1 - N_2 \cdot m_2) \sin(\varphi_1) - \frac{1}{c} A_{22} \cdot K_2^0 (N_3 \cdot m_1 - N_1 \cdot m_2) \sin(\varphi_2), \quad (14)$$

где коэффициенты A_{11} и A_{22} будут положительными корнями уравнений

$$b_{11} - A_{11} \cdot \omega_1 \cdot (-N_4 \cdot \mu_{11} - N_4 \cdot \mu_{12} \cdot \chi_1 + N_2 \cdot \mu_{21} + N_2 \cdot \mu_{22} \cdot \chi_1) - \frac{1}{2c} A_{11}^2 (N_4 \cdot m_1 - N_2 \cdot m_2)^2 = 0, \quad (15)$$

$$b_{22} - A_{22} \cdot \omega_2 \cdot (N_3 \cdot \mu_{11} + N_3 \cdot \mu_{12} \cdot \chi_2 - N_1 \cdot \mu_{21} - N_1 \cdot \mu_{22} \cdot \chi_2) - \frac{1}{2c} A_{22}^2 (N_4 \cdot m_1 - N_2 \cdot m_2)^2 = 0, \quad (16)$$

полученных путем подстановки функции Ляпунова $W_0(K^0)$ в уравнение (10) и приравнянии к нулю коэффициентов при K_1^2 , K_2^2 , $K_1 K_2$, а коэффициенты μ_{11} , μ_{12} , μ_{21} , μ_{22} определяются из вида возмущающей функции Q . Нетрудно показать, что $A_{12} = 0$. При использовании положительных корней уравнений (15), (16) для A_{11} и A_{22} будут выполняться условия Сильвестра, что обеспечивает асимптотическую устойчивость усредненной системы.

В итоге усредненная система примет вид

$$\frac{dK_1^0}{dt} = -\frac{\varepsilon}{2} A_{11} \cdot K_1^0 \frac{(N_4 \cdot m_1 - N_2 \cdot m_2)^2}{c},$$

$$\frac{dK_2^0}{dt} = -\frac{\varepsilon}{2} A_{22} \cdot K_2^0 \frac{(N_3 \cdot m_1 - N_1 \cdot m_2)^2}{c}. \quad (17)$$

Учитывая, что



$$K_1 \sin(\varphi_1) = \frac{-\chi_2}{\omega_1(\chi_2 - \chi_1)} \dot{x}_1 + \frac{1}{\omega_1(\chi_2 - \chi_1)} \dot{x}_2,$$

$$K_2 \sin(\varphi_2) = \frac{\chi_1}{\omega_2(\chi_2 - \chi_1)} \dot{x}_1 - \frac{1}{\omega_2(\chi_2 - \chi_1)} \dot{x}_2,$$

запишем управление в исходных координатах

$$U^0 = p_1 \dot{x}_1 + p_2 \dot{x}_2, \quad (18)$$

где коэффициенты

$$p_1 = -\frac{1}{c} \cdot \frac{\chi_2}{\omega_1(\chi_2 - \chi_1)} A_{11} \cdot (N_4 \cdot m_1 - N_2 \cdot m_2) - \frac{1}{c} \cdot \frac{\chi_1}{\omega_2(\chi_2 - \chi_1)} A_{22} \cdot (N_3 \cdot m_1 - N_1 \cdot m_2),$$

$$p_2 = \frac{1}{c} \cdot \frac{1}{\omega_1(\chi_2 - \chi_1)} A_{11} \cdot (N_4 \cdot m_1 - N_2 \cdot m_2) + \frac{1}{c} \cdot \frac{1}{\omega_2(\chi_2 - \chi_1)} A_{22} \cdot (N_3 \cdot m_1 - N_1 \cdot m_2).$$

Таким образом, применение метода усреднения в сочетании с методом динамического программирования Беллмана позволило получить аналитическое решение (18) для оптимального управления системой (1).

Литература

1. Летов А.М. Динамика полета и управление. М.: Наука, 1969. 360 с.
2. Моисеев Н.Н. Асимптотические методы нелинейной механики. М.: Наука, 1981. 400 с.
3. Черноусько Ф.Л., Акуленко Л.Д., Соколов Б.Н. Управление колебаниями. М.: Наука, 1980. 384 с.
4. Хапаев М.М. Усреднение в теории устойчивости. М.: Наука, 1986. 191 с.
5. Заболотнов Ю.М. Теория колебаний. Самара: СГАУ, 1999. 168 с.

Е.Г. Завьялова

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, ОСНОВАННЫХ НА РЕШЕНИИ ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ И УРАВНЕНИЙ МАКСВЕЛЛА

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Работа посвящена сравнительному исследованию алгоритмов численного моделирования электромагнитного поля, основанных на использовании различных математических описаний этого поля. Описание электромагнитной волны в однородном пространстве осуществляется с помощью нижеследующих математических моделей.

Первая модель основана на использовании уравнений Максвелла:



$$\begin{cases} \frac{\partial E_x}{\partial t} = -\frac{1}{\epsilon_0 \tilde{\epsilon}} \frac{\partial H_y}{\partial z}, z \in (0, L], t \in (0, T]; \\ \frac{\partial H_y}{\partial t} = -\frac{1}{\mu_0} \frac{\partial E_x}{\partial z}, z \in (0, L], t \in (0, T]; \\ E_x|_{z=0} = \sin(\omega t), t \in (0, T]; E_x|_{t=0} = 0, z \in [0, L]; \\ H_y|_{t=0} = 0, z \in [0, L], \end{cases}$$

где L – длина расчетной области пространства; T – время распространения волны; μ_0 – магнитная постоянная; ϵ_0 – электрическая постоянная; $\tilde{\epsilon}$ – относительная диэлектрическая проницаемость; E_x – напряженность электрического поля и H_y – напряженность магнитного поля при поляризации следующего вида

$$\vec{E} = (E_x \ 0 \ 0), \vec{H} = (0 \ H_y \ 0); \omega = \frac{2\pi c}{\lambda_0} - \text{несущая частота.}$$

Вторая модель основана на использовании волнового уравнения:

$$\begin{cases} \frac{n^2}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 E_x}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 E_x}{\partial z^2} = 0, \quad t \in [0; T], z \in [0, L]; \\ E_{z=0} = \sin(\omega t), E_{z=L} = 0, \quad t \in (0; T]; \\ E_{t=0} = 0, \frac{\partial E_x}{\partial t}|_{t=0} = 0, \quad z \in (0; L), \end{cases}$$

где L – длина расчетной области пространства; T – время распространения волны; $\omega = \frac{2\pi c}{\lambda_0}$ – несущая частота; c – скорость света, причем $c^2 = \frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}$; n – пока-

затель преломления среды, причем $n^2 = \tilde{\epsilon}$.

Для решения уравнений Максвелла используется явно-неявная конечно-разностная схема, а для решения волнового уравнения используется простейшая явная конечно-разностная схема. В работе получены результаты теоретического и экспериментального исследования каждой разностной схемы. Проведено сравнение разработанных вычислительных алгоритмов по критерию затрат машинного времени, необходимого для расчета электромагнитного поля. Результаты сравнения позволяют сделать следующий вывод: из двух рассмотренных здесь алгоритмов численного моделирования электромагнитного поля, алгоритм, основанный на решении системы уравнений Максвелла, несколько проигрывает альтернативному алгоритму по критерию вычислительных затрат. Однако этот проигрыш характеризуется значениями 10-20 %.

Литература

1. Борн, М. Основы оптики [Текст]/ М. Борн, Э. Вольф. – М: Наука, 1973. -720 с.
2. Самарский, А.А. Численные методы математической физики [Текст]/ А.А. Самарский, А. В. Гулин. – М: Научный мир, 2003. -316 с.



В.Е. Зотеев, А.А. Попкова

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ АППРОКСИМАЦИИ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОВЕРХНОСТНО УПРОЧНЕННОМ СЛОЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ОБРАЗЦА

(Самарский государственный технический университет)

При расчете и исследовании полей остаточных напряжений и пластических деформаций в поверхностно-упрочненном цилиндрическом изделии одной из основных задач является задача достоверной оценки параметров аппроксимации экспериментальных зависимостей остаточных напряжений $\sigma_{\theta}^{res}(r)$. Эта зависимость от глубины r упрочненного слоя цилиндрического образца, как правило, описывается аналитической функцией вида

$$\sigma_{\theta}^{res}(r) = \sigma_0 - \sigma_1 \exp\left[-\frac{(a-r)^2}{b^2}\right], \quad (1)$$

где σ_0 , σ_1 и b – параметры, подлежащие определению [1].

Известный подход к решению этой задачи не предполагает в своих алгоритмах применения статистических методов обработки результатов эксперимента [1]. Он, как правило, использует информацию о двух, специальным образом выбранных, точках кривой (1) и дополнительное условие, связывающее её параметры. При этом практически все точки эксперимента в вычислениях параметров зависимости (1) не участвуют, что является существенным недостатком такого метода.

Предлагается новый численный метод определения на основе экспериментальных данных параметров напряженного состояния поверхностно упрочненного слоя цилиндрического изделия. В основе метода лежит среднеквадратичное оценивание коэффициентов разностного уравнения, описывающего результаты эксперимента для компоненты остаточных напряжений, возникающих в упрочненном слое цилиндрического образца после процедуры поверхностного пластического деформирования. Алгоритм этого метода включает следующие основные этапы [2]:

- построение рекуррентной формулы, связывающей несколько последовательных дискретных значений зависимости (1) компоненты напряжений $\sigma_{\theta}^{res}(r)$;
- разработка разностных уравнений, описывающих результаты наблюдений и учитывающих случайный разброс в данных эксперимента;
- формирование на основе разностных уравнений обобщенной регрессионной модели, коэффициенты которой известным образом связаны с параметрами исследуемой зависимости (1);



- среднеквадратичное оценивание коэффициентов обобщенной регрессионной модели, в основе которого лежит минимизация суммы квадратов отклонений модели (1) от результатов наблюдений по всем точкам эксперимента;
- вычисление параметров компоненты остаточных напряжений, возникающих в упрочненном слое цилиндрического образца;
- оценка погрешности результатов вычислений, а также адекватности построенной модели результатам эксперимента.

В соответствии с методикой, изложенной в [2], построена система разностных уравнений, описывающая результаты эксперимента для компоненты напряжений $\sigma_{\theta}^{res}(r)$, и лежащая в основе численного метода параметрической идентификации напряженно-деформированного состояния:

$$\begin{cases} y_0 = \lambda_5 + \varepsilon_0; \\ y_1 = \lambda_6 + \varepsilon_1; \\ y_k y_{k-2} = \lambda_1 (y_k + y_{k-2}) + \lambda_2 y_{k-1}^2 + \lambda_3 y_{k-1} + \lambda_4 + \eta_k; \\ \eta_k = \varepsilon_{k-2} (y_k - \lambda_1) - \varepsilon_{k-1} (2\lambda_2 y_{k-1} + \lambda_3) + \varepsilon_k (y_{k-2} - \lambda_1), \\ k = 2, 3, 4, \dots, N-1, \end{cases} \quad (2)$$

где $y_k = \sigma_{\theta}^{res}(k\Delta r)$, $k = 0, 1, 2, 3, \dots, N-1$, – результаты эксперимента, Δr – шаг дискретизации зависимости (1); N – объем выборки результатов наблюдений; ε_k – случайный разброс в данных эксперимента;

$$\lambda_1 = \sigma_0, \quad \lambda_2 = \exp\left(-\frac{2\Delta r^2}{b^2}\right), \quad \lambda_3 = -2\lambda_1\lambda_2, \quad \lambda_4 = \lambda_1^2(\lambda_2 - 1), \quad \lambda_5 = \sigma_0 - \sigma_1, \quad \lambda_6 = \sigma_0 - \sigma_1\sqrt{\lambda_2}. \quad (3)$$

Формулы (3) позволяют по найденным среднеквадратичным оценкам коэффициентов разностного уравнения (2) вычислить параметры σ_0 , σ_1 и b модели (1).

Для вычисления среднеквадратичных оценок коэффициентов разностного уравнения (2), обеспечивающих минимум отклонения модели (1), описывающей компоненту напряжений $\sigma_{\theta}^{res}(r)$, от экспериментальных данных, используется обобщенная регрессионная модель вида

$$b = F\lambda + \eta; \quad \eta = P_{\lambda}\varepsilon, \quad \text{где}$$

$$b = (y_0, y_1, y_0 y_2, y_1 y_3, \dots, y_{N-3} y_{N-1})^T, \quad \lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_6)^T, \quad \varepsilon = (\varepsilon_0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_{N-1})^T,$$

$$\eta = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_N)^T = [\varepsilon_0, \varepsilon_1, (y_2 - \lambda_1)\varepsilon_0 - (2\lambda_2 y_1 + \lambda_3)\varepsilon_1 + (y_0 - \lambda_1)\varepsilon_2, \dots,$$

$$\dots, (y_{N-1} - \lambda_1)\varepsilon_{N-3} - (2\lambda_2 y_{N-2} + \lambda_3)\varepsilon_{N-2} + (y_{N-3} - \lambda_1)\varepsilon_{N-1}]^T,$$

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ y_0 + y_2 & y_1^2 & y_1 & 1 & 0 & 0 \\ y_1 + y_3 & y_2^2 & y_2 & 1 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{N-3} + y_{N-1} & y_{N-2}^2 & y_{N-2} & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$



$$P_\lambda = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ y_2 - \lambda_1 & -(2\lambda_2 y_1 + \lambda_3) & y_0 - \lambda & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & y_3 - \lambda_1 & -(2\lambda_2 y_2 + \lambda_3) & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -(2\lambda_2 y_{N-3} + \lambda_3) & y_{N-4} - \lambda_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & y_{N-1} - \lambda & -(2\lambda_2 y_{N-2} + \lambda_3) & y_{N-3} - \lambda_1 \end{bmatrix}.$$

Для выполнения требования $\|\varepsilon\|^2 = \|P_\lambda^{-1}b - P_\lambda^{-1}F\lambda\|^2 \rightarrow \min$ алгоритм численного метода на основе обобщенной регрессионной модели использует итерационную процедуру уточнения среднеквадратичных оценок $\hat{\kappa}_i$ коэффициентов разностного уравнения. Эта процедура может быть описана формулой:

$$\hat{\kappa}^{(i+1)} = (F^T \Omega_{\hat{\kappa}^{(i)}}^{-1} F)^{-1} F^T \Omega_{\hat{\kappa}^{(i)}}^{-1} b, \quad \Omega_{\hat{\kappa}^{(i)}} = P_{\hat{\kappa}^{(i)}} P_{\hat{\kappa}^{(i)}}^T, \quad (4)$$

где $i = 0, 1, 2, \dots$ – номер итерации. Начальное приближение вектора среднеквадратичных оценок $\hat{\kappa}^{(0)}$ может быть найдено из условия минимизации невязки $\|\eta\|^2 \rightarrow \min$ по формуле $\hat{\kappa}^{(0)} = (F^T F)^{-1} F^T b$. Достаточные условия сходимости итерационной процедуры рассматриваются и исследуются в [2].

Среднеквадратичные оценки $\hat{\kappa}_i$ коэффициентов разностного уравнения, вычисленные на основе описанного выше алгоритма численного метода, используются для нахождения оценок параметров зависимости компоненты напряжений (1). Из (3) можно получить следующие соотношения:

$$\hat{\kappa} = \frac{\sqrt{2\Delta r}}{\sqrt{-\ln \hat{\kappa}_2}}, \quad \hat{\sigma}_0 = \hat{\kappa}_1, \quad \hat{\sigma}_1 = \hat{\kappa}_1 - \hat{\kappa}_5. \quad (5)$$

Проведенные численно-аналитические исследования алгоритмов численного метода на основе модели (2) показали, что устойчивость вычисления динамической характеристики b существенно выше, чем параметров σ_0 и σ_1 , величина которых зависит от выбора начала координат. В связи с этим был предложен алгоритм уточнения параметров σ_0 и σ_1 с учетом известной оценки $\hat{\kappa}$, в основе которого лежит минимизация функционала:

$$\sum_{k=0}^{N-1} \left[y_k - \sigma_0 - \sigma_1 \exp\left(-\frac{(\Delta r)^2 k^2}{\hat{\kappa}}\right) \right]^2 = \sum_{k=0}^{N-1} \left[y_k - \sigma_0 - \sigma_1 \hat{\kappa}_2^{\frac{k^2}{2}} \right]^2 \rightarrow \min, \text{ где оценка } \hat{\kappa}_2 \text{ найдена на}$$

основе итерационной процедуры (4). Использование этого алгоритма позволяет существенно повысить адекватность построенной модели экспериментальным данным.

Таким образом, применение численного метода, в основе которого лежит среднеквадратичное оценивание коэффициентов разностного уравнения, при расчете и исследовании полей остаточных напряжений и пластических деформаций при поверхностном упрочнении цилиндрических изделий позволяет по-



высвить адекватность модели экспериментальным данным и, тем самым, достоверность оценок параметров напряженно деформируемого состояния.

Литература

1. Радченко, В.П. Ползучесть и релаксация остаточных напряжений в упругопрочных конструкциях/В. П. Радченко, М.Н. Саушкин М.: Машиностроение-1, 2005. – 226 с.
2. Зотеев, В.Е. Параметрическая идентификация диссипативных механических систем на основе разностных уравнений/В. Е. Зотеев.- М.: Машиностроение, 2009.-344 с.
3. Гриневич, Е.В. Исследование полей остаточных напряжений при поверхностном упрочнении цилиндрических изделий // Прочность и долговечность элементов конструкций/Е.В. Гриневич, О.В. Колотникова – Куйбышев: КПИ, 1983. – С. 88-97.

Д.В. Иванов, Е.А. Донец

РЕКУРРЕНТНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ БИЛИНЕЙНЫХ ARX СИСТЕМ С ПОМЕХОЙ НАБЛЮДЕНИЯ ВО ВХОДНОМ СИГНАЛЕ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Билинейные системы - это класс нелинейных систем с простой структурой. Билинейные системы являются простейшим обобщением линейных динамических систем: выходной сигнал зависит не только от входных и выходных сигналов, но и от произведения входного сигнала на выходной. Моделирование физических процессов с помощью билинейных систем находит применение во многих областях науки, таких как ядерная физика, электрические сети, химическая кинетика, гидродинамика и т.д. [1].

Модели ошибки уравнения (ARX модели) [2] наиболее распространенный вид моделей параметризации шума. Идентификация моделей ошибки уравнения сводится к классической задаче регрессионного анализа и может быть решена методом наименьших квадратов. Однако во многих практических задачах помеха содержится также и во входном сигнале, в этом случае классический метод наименьших квадратов не позволяет получать состоятельные оценки.

В настоящее время активно развиваются методы идентификации билинейных динамических систем, такие как инструментальные переменные [3], компенсирующий смещение метод наименьших квадратов [4], метод максимального правдоподобия [5] и методы на основе высших статистик [6]. Рекуррентные методы идентификации билинейных систем, которые могут быть получены из рекуррентных методов идентификации линейных систем приведены в [7]. В статье предложен рекуррентный алгоритм оценивания параметров билинейных ARX систем с помехой во входном сигнале на основе стохастической аппроксимации.



Пусть билинейная динамическая система описывается стохастическими уравнениями с дискретным временем $i = \dots - 1, 0, 1, \dots$:

$$z_i - \sum_{m=1}^r b_0^{(m)} z_{i-m} = \sum_{m=0}^{r_1} a_0^{(m)} x_{i-m} + \sum_{m=0}^{r_2} \sum_{k=1}^{r_3^{(m)}} c_0^{(mk)} x_{i-m} z_{i-k} + \xi_1(i), \quad w_i = x_i + \xi_2(i), \quad (1)$$

где x_i , w_i - ненаблюдаемая и наблюдаемая входные переменные;

z_i - наблюдаемая выходная переменная;

$\xi_1(i)$ - помеха в уравнении; $\xi_2(i)$ - помеха наблюдения во входном сигнале;

Пусть выполняются следующие предположения:

1⁰. Множество \tilde{B} , которому априорно принадлежат истинные значения параметров устойчивой, управляемой и идентифицируемой билинейной системы, является компактным.

2⁰. Помехи $\{\xi_1(i)\}$ и $\{\xi_2(i)\}$ статистически не зависят между собой с

$$E\{\xi_1(i) / F_i^{(1)}\} = 0, \quad E\{\xi_2(i) / F_i^{(2)}\} = 0,$$

$$E\{\xi_1^2(i) / F_i^{(1)}\} \leq W_i^{(1)} < \infty, \quad E\{\xi_2^2(i) / F_i^{(2)}\} = W_i^{(2)} < \infty,$$

где $F_i^{(1)}, F_i^{(2)}$ - σ -алгебры, индуцированные семействами случайных величин $\{\xi_1(t), t \in T_i\}$ и $\{\xi_2(t), t \in T_i\}$, $T_i = \{t, t \leq i, t \in Z_c\}$, Z_c - множество целых чисел, $W_i^{(1)}, W_i^{(2)}$ - случайные величины $E(W_i^{(1)}) \leq \pi_{\xi_1}$, $E(W_i^{(2)}) \leq \pi_{\xi_2}$, где E - оператор математического ожидания.

3⁰. $\{\xi_1(i)\}, \{\xi_2(i)\}$ статистически не зависит от $\{x_i\}$.

4⁰. Последовательности $\{x_i\}$ - стационарные "белешумные" случайные сигналы с $E\{x_i^2\} = \sigma_x^2 > 0$. Для некоторых $\pi_x > 0$: $|x_i| < \pi_x$ п.н.

5⁰. Априорно известно отношение дисперсий помех $\gamma = \sigma_1^2 / \sigma_2^2$.

Рекуррентный алгоритм идентификации. Уравнение (1) может быть представлено в форме линейной регрессии:

$$y_i = \varphi_i^T \theta + \varepsilon_i, \quad (2)$$

где $\varphi_i = (\phi_z^T(i) \mid \phi_w^T(i) \mid \phi_{wz}^T(i))^T$, $\phi_z(i) = (z_{i-1}, \dots, z_{i-r})^T$,

$$\phi_w(i) = (w_{i-1}, \dots, w_{i-r_1})^T,$$

$$\phi_{wz}(i) = \left(w_i z_{i-1}, \dots, w_i z_{i-r_3(0)} \mid w_{i-1} z_{i-1}, \dots, w_{i-1} z_{i-r_3(1)} \mid \dots \right. \\ \left. \dots \mid w_{i-r_2} z_{i-1}, \dots, w_{i-r_2} z_{i-r_3(r_2)} \right)^T,$$

$$\theta_0 = (b_0^T \mid a_0^T \mid c_0^T)^T, \quad b_0 = (b_0^{(1)} \dots b_0^{(r)})^T, \quad a_0 = (a_0^{(1)} \dots a_0^{(r_1)})^T,$$

$$c_0 = \left(c_0^{(11)} \dots c_0^{(1r_3(1))} \mid c_0^{(21)} \dots c_0^{(2r_3(2))} \mid \dots \mid c_0^{(r_2 1)} \dots c_0^{(r_2 r_3(r_2))} \right)^T,$$

$$\varepsilon_i = \xi_1(i) - \sum_{m=0}^{r_1} a_0^{(m)} \xi_2(i-m) - \sum_{m=0}^{r_2} \sum_{k=1}^{r_3^{(m)}} c_0^{(mk)} z_{i-k} \xi_2(i-m).$$



Из предположений 1⁰ и 2⁰ следует, что обобщенная ошибка имеет нулевое среднее значение и ее локальная дисперсия с вероятностью 1 будет равна:

$$\begin{aligned}\bar{\sigma}_\varepsilon^2 &= \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E\left((\varepsilon_i(a_0, c_0, i))^2\right) = \bar{\sigma}_1^2 + \bar{\sigma}_2^2 a_0^T a_0 + \bar{\sigma}_2^2 \bar{\sigma}_z^2 c_0^T c_0 = \\ &= \bar{\sigma}_2^2 (\gamma + a_0^T a_0 + \bar{\sigma}_z^2 c_0^T c_0) = \bar{\sigma}_2^2 \omega(a_0, c_0).\end{aligned}$$

Определим оценку $\hat{\theta}(N)$ неизвестных параметров θ из условия минимума суммы взвешенных квадратов обобщенных ошибок $(\varepsilon_i(a_0, c_0, i))^2$ с весом $\omega(a, c)$, т.е.

$$\min_{\theta \in B} \sum_{i=1}^N \frac{(y_i - \varphi_i^T \theta)^2}{\gamma + a^T a + \bar{\sigma}_z^2 c^T c} = \min_{\theta \in B} \frac{U_N(b, a, c)}{\omega(a, c)}, \quad (3)$$

тогда, оценки неизвестного вектора θ можно получить с помощью стохастически градиентного алгоритма минимизации функции (3):

$$\hat{\theta}(i+1) = \hat{\theta}(i) - \alpha_i \nabla_{\theta} \left[\frac{(y_{i+1} - \varphi_{i+1}^T \hat{\theta}(i))^2}{\gamma + \hat{a}^T(i) \hat{a}(i) + \bar{\sigma}_z^2 \hat{c}^T(i) \hat{c}(i)} \right], \quad (4)$$

где α_i последовательность, удовлетворяющая условиям:

$$6^0. \sum_{i=0}^{\infty} \alpha_i = \infty, \quad \alpha_i \geq \alpha_{i+1} \quad \text{и} \quad \sum_{i=0}^{\infty} \alpha_i^l < \infty \quad \text{at} \quad l > 1.$$

$$7^0. \sum_{i=1}^{\infty} \alpha_i \xi_1(i) < \infty, \quad \sum_{i=1}^{\infty} \alpha_i \xi_2(i) < \infty. \quad \text{п.н.}$$

Теорема 1. Пусть динамическая система описывается уравнениями (1) и выполняются предположения 1⁰-7⁰, тогда оценки, определяемые алгоритмом (4), либо $\hat{\theta}(i) \xrightarrow{i \rightarrow \infty} \theta_0$ п.н., либо $\hat{\theta}(i) \xrightarrow{i \rightarrow \infty} \infty$.

Литература

1. Mohler R.R. Bilinear control processes: with applications to engineering, ecology, and medicine. New York: Academic Press, 1973.
2. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя. М.: Наука, 1991. – 432 с.
3. Ahmed M.S. Parameter estimation in bilinear systems by instrumental variable methods // International Journal of Control, Vol. 44(4), P. 1177-1183, 1986.
4. Ekman M. Modeling and control of bilinear systems: application to the activated sludge process. PhD thesis 2005.
5. Gabr M.M. Subba Rao T. On the identification of bilinear systems from operating records // International Journal of Control, Vol. 40(1), P.121-128, 1984.
6. Tsoulkas V., Koukoulas P., Kalouptsidis N. Identification of input-output bilinear systems using cumulants. In Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems, Pafos, Greece, P. 1105-1108, 1999.



7. Fnaiech F., Ljung L. Recursive identification of bilinear systems // International Journal of Control Vol. 45(2), P. 453-470, 1987.

Д.В. Иванов, Л.Ю. Фролова

КРИТЕРИЙ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ АВТОРЕГРЕССИИ ДРОБНОГО ПОРЯДКА С ПОМЕХОЙ НАБЛЮДЕНИЯ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Модели авторегрессии находят применение в цифровой обработке сигналов, эконометрике, экологии, геофизических исследованиях, системах распознавания изображений, анализе временных рядов.

При наличии аддитивной помехи в выходном сигнале МНК дает смещенные оценки параметров авторегрессии. В настоящее время активно развиваются методы нелинейного оценивания параметров динамических систем [1,2]. В [3] предложен метод нелинейных наименьших квадратов, позволяющий получать сильно состоятельные оценки параметров авторегрессии при наличии помехи в выходном сигнале, его рекуррентная модификация приведена в [4]. В статье дано обобщение метода нелинейных наименьших квадратов на случай авторегрессии дробного порядка с помехой наблюдения.

Постановка задачи. Рассмотрим линейную динамическую систему дробного порядка, описываемую следующими стохастическими уравнениями с дискретным временем $i = \dots -1, 0, 1, \dots$:

$$z_i = \sum_{m=1}^r b_0^{(m)} \Delta^{\alpha_m} z_{i-1} + \xi_i^{(1)}, \quad y_i = z_i + \xi_i^{(2)}, \quad (1)$$

где $0 < \alpha_1 \dots < \alpha_r$, $\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{\alpha-1} dt$, $\Delta^{\alpha_m} z_i = \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_m}{j} z_{i-j}$,

$$\binom{\alpha_m}{j} = \frac{\Gamma(\alpha_m + 1)}{\Gamma(j+1)\Gamma(\alpha_m - j + 1)},$$

z_i , y_i - ненаблюдаемая и наблюдаемая выходные переменные; x_i - наблюдаемая входная переменная; $\xi_i^{(2)}$ - помеха наблюдения в выходном сигнале;

Предположим, что выполняются следующие условия:

1. Множество \tilde{V} , которому априорно принадлежат истинные значения параметров устойчивой динамической системы является компактом.

2. Случайные процессы $\{\xi_i^{(k)}\}$, $k=1,2$ является мартингал-разностью и удовлетворяет следующим условиям: $E(\xi_i^{(k)} / F_i^{(k)}) = 0$, п.н.,

$E\left(\left(\xi_i^{(k)}\right)^2 / F_i^{(k)}\right) < \infty$ п.н. $E\left(\left(\xi_i^{(k)}\right)^4\right) < \infty$, $E\left(\left(\xi_i^{(k)}\right)^2\right) < \infty$, где $F_i^{(k)}$ - σ - алгебра,



индуцированная семейством непрерывных случайных величин $\{\xi_k(t), t \in T_i\}, T_i = \{t; t \leq i, t \in Z_c \text{-многожество целых чисел}\}$.

3⁰. Помехи $\{\xi_i^{(k)}\}, k = 1, 2$ независимы в совокупности.

Требуется определять оценки неизвестных коэффициентов динамической системы описываемой уравнением (1) по наблюдаемой последовательности y_i при известных $\alpha_1, \dots, \alpha_r$.

Критерий для оценивания параметров. Система может быть записана как линейная регрессия

$$y_i = \varphi_i^T b_0 + \varepsilon_i, \quad (2)$$

$$\text{где } \varphi_i = \left(\sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_1}{j} y_{i-j-1}, \dots, \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_r}{j} y_{i-j-1} \right)^T, \quad b = (b_0^{(1)}, \dots, b_0^{(r)})^T,$$

$$\varepsilon_i = \xi_i^{(1)} + \xi_i^{(2)} - b_0^T \varphi_\xi^{(i)}, \quad \varphi_\xi^{(i)} = \left(\sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_1}{j} \xi_{i-j-1}^{(1)}, \dots, \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_r}{j} \xi_{i-j-1}^{(r)} \right)^T.$$

Лемма. Пусть выполняются условия 1-3, тогда средняя дисперсия обобщенной ошибки равна

$$\bar{\sigma}_\varepsilon^2 = \bar{\sigma}_1^2 + \bar{\sigma}_2^2 + b_0^T H_\xi b_0 = \omega(b_0),$$

$$\text{где } \bar{\sigma}_1^2 = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (\xi_i^{(1)})^2, \quad \bar{\sigma}_2^2 = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (\xi_i^{(2)})^2,$$

$$H_\xi = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} E \left[\sum_{i=1}^N \varphi_\xi^{(i)} (\varphi_\xi^{(i)})^T \right] = \begin{pmatrix} h_\xi^{(11)} & \dots & h_\xi^{(r1)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_\xi^{(1r)} & \dots & h_\xi^{(rr)} \end{pmatrix},$$

$$h_\xi^{(mk)} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=j}^{N-1} \binom{\alpha_m}{j} \binom{\alpha_k}{j} \sigma_2^2(i-j-1), \quad m = \overline{1, r}.$$

Тогда определим оценку $\hat{b}(N)$ неизвестных параметров из условия минимума суммы взвешенных квадратов обобщенных ошибок $(\varepsilon_i(b, i))^2$ с весом $\omega(b)$, т.е.

$$\min_{b \in \mathbb{B}} \sum_{i=1}^N \frac{(y_i - \varphi_i^T \theta)^2}{\bar{\sigma}_1^2 + \bar{\sigma}_2^2 + b_0^T H_\xi b_0} = \min_{\theta \in \mathbb{B}} \frac{U_N(b)}{\omega(b)}. \quad (3)$$

Имеет место, следующая теорема:

Теорема. Пусть некоторый случайный процесс $\{y_i, i = \dots - 1, 0, 1, \dots\}$ описывается уравнением (1) с начальными нулевыми условиями и выполняются предположения 1-3. Тогда оценка $\hat{b}(N)$, определяемая выражением (3) с вероятностью



стью 1 при $N \rightarrow \infty$, существует, единственная и является сильно состоятельной оценкой, т.е. $\hat{b}(N) \xrightarrow[N \rightarrow \infty]{\text{п.н.}} b_0$.

Литература

1. Кацюба О.А. Теория идентификации стохастических динамических систем в условиях неопределенности: монография. – Самара: СамГУПС, 2008. ISBN 978-5-98941-079-8.
2. Иванов Д.В. Рекуррентное оценивание параметров динамических систем. Модели с ошибками в переменных. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH. 2011. ISBN 978-3-8473-0715-0.
3. Кацюба О.А., Жданов А.И. Идентификация методом наименьших квадратов уравнений авторегрессии с аддитивными ошибками измерений. // Автоматика и телемеханика. 1982. - №2 – с.29-32.
4. Ivanov D.V., Katsyuba O.A. Recurrent identification of autoregression in the presence of observation noises in output signal // International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON-2009). Proceedings. – Tomsk: Tomsk IEEE Chapter & Student Branch. Russia, Tomsk, March 27-28, 2009. P. 79-82.

Д.В. Иванов, Ю.Ф. Шакурова

О СОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ОЦЕНОК ПАРАМЕТРОВ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДРОБНОГО ПОРЯДКА С ОШИБКАМИ В ПЕРЕМЕННЫХ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

В настоящее время активно развиваются методы нелинейного оценивания параметров динамических систем [1,2]. В статье предложено обобщение метода нелинейных наименьших квадратов на случай динамической системы нецелого порядка с помехой в выходном сигнале.

Постановка задачи

Рассмотрим линейную динамическую систему дробного порядка, описываемую следующими стохастическими уравнениями с дискретным временем $i = \dots -1, 0, 1, \dots$:

$$z_i = \sum_{m=1}^r b_0^{(m)} \Delta^{\alpha_m} z_{i-1} + \sum_{m=1}^{r_1} a_0^{(m)} \Delta^{\beta_m} x_i, \quad (1)$$

$$y_i = z_i + \xi_i^{(1)}, \quad w_i = x_i + \xi_i^{(2)},$$

где $0 < \alpha_1 \dots < \alpha_r$, $0 < \beta_1 \dots < \beta_{r_1}$, $\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{\alpha-1} dt$,



$$\Delta^{\alpha_m} z_i = \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_m}{j} z_{i-j}, \quad \Delta^{\beta_m} x_i = \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\beta_m}{j} x_{i-j},$$

$$\binom{\alpha_m}{j} = \frac{\Gamma(\alpha_m + 1)}{\Gamma(j+1)\Gamma(\alpha_m - j + 1)}, \quad \binom{\beta_m}{j} = \frac{\Gamma(\beta_m + 1)}{\Gamma(j+1)\Gamma(\beta_m - j + 1)},$$

z_i, y_i - ненаблюдаемая и наблюдаемая выходные переменные;

x_i, w_i - ненаблюдаемая и наблюдаемая переменная входные переменные;

$\xi_i^{(1)}, \xi_i^{(2)}$ - помеха наблюдения в выходном и входном сигналах;

Предположим, что выполняются следующие условия:

1. Множество \tilde{B} , которому априорно принадлежат истинные значения параметров устойчивой динамической системы является компактом.

2. Случайные процессы $\{\xi_i^{(1)}\}, \{\xi_i^{(2)}\}$ являются мартингал-разностями и удовлетворяют следующим условиям: $E(\xi_{i+1}^{(k)} / F_i^{(k)}) = 0, \quad k = 1, 2$ п.н., $E\left(\xi_{i+1}^{(k)}\right)^2 / F_i^{(k)} < \infty$ п.н. $E\left(\xi_i^{(k)}\right)^4 < \infty, E\left(\xi_i^{(k)}\right)^2 < \infty$, где $F_i^{(k)}$ - σ - алгебры, индуцированные семействами непрерывных случайных величин $\{\xi^{(k)}(t), t \in T_i\}, T_i = \{t; t \leq i, t \in Z_c$ - множество целых чисел}.

3. Входной сигнал x_i является случайным процессом с $E(x_i) = 0, E(x_i^2) = \sigma_x^2 < \infty$ и истинные значения параметров $\begin{pmatrix} b_0 \\ \dots \\ a_0 \end{pmatrix}$ удовлетворяют условию

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \begin{pmatrix} \varphi_z^{(i)} \\ \varphi_x^{(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} (\varphi_z^{(i)})^T & \vdots & (\varphi_x^{(i)})^T \end{pmatrix} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \begin{pmatrix} H_{zz} & \vdots & H_{zx} \\ H_{zz}^T & \vdots & H_{zx} \\ H_{zx} & \vdots & H_{xx} \end{pmatrix} = H$$

$$\text{п.н., } \varphi_z^{(i)} = \left(\sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_1}{j} z_{i-j-1}, \dots, \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_r}{j} z_{i-j-1} \right)^T,$$

$$\varphi_x^{(i)} = \left(\sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\beta_1}{j} x_{i-j}, \dots, \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\beta_{r_1}}{j} x_{i-j} \right)^T,$$

причем H существует, ограничена и положительно определена.

4. $\{x_i\}$ статистически не зависит от $\{\xi_i^{(1)}\}, \{\xi_i^{(2)}\}$.

Требуется определять оценки неизвестных коэффициентов динамической системы описываемой уравнением (1) по наблюдаемым последовательностям y_i, w_i , при известных порядках, r, r_1 определить оценки истинных значений параметров.

Критерий для оценивания параметров

Система может быть записана как линейная регрессия

$$y_i = \varphi_i^T \theta_0 + \varepsilon_i, \quad (2)$$



$$\text{где } \varphi_i = \left(\left(\varphi_y^{(i)} \right)^T \mid \left(\varphi_w^{(i)} \right)^T \right)^T, \quad \varphi_y^{(i)} = \left(\sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_1}{j} y_{i-j-1}, \dots, \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_r}{j} y_{i-j-1} \right)^T,$$

$$\varphi_w^{(i)} = \left(\sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\beta_1}{j} w_{i-j}, \dots, \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\beta_{r_1}}{j} w_{i-j} \right)^T,$$

$$\theta = \left(b_0^T \mid a_0^T \right)^T = \left(b_0^{(1)}, \dots, b_0^{(r)} \mid a_0^{(1)}, \dots, a_0^{(r_1)} \right)^T,$$

$$\varepsilon_i = \xi_i^{(1)} - b_0^T \varphi_{\xi_1}^{(i)} - a_0^T \varphi_{\xi_2}^{(i)}, \quad \varphi_{\xi_1}^{(i)} = \left(\sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_1}{j} \xi_{i-j-1}^{(1)}, \dots, \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_r}{j} \xi_{i-j-1}^{(1)} \right)^T,$$

$$\varphi_{\xi_2}^{(i)} = \left(\sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\beta_1}{j} \xi_{i-j}^{(2)}, \dots, \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\beta_r}{j} \xi_{i-j}^{(2)} \right)^T.$$

Лемма 1. Пусть выполняются условия 1-3, тогда математическое ожидание ε_i равно нулю $E(\varepsilon_i) = 0$.

Лемма 2. Пусть выполняются условия 1-3, тогда средняя дисперсия обобщенной ошибки равна

$$\overline{\sigma}_\varepsilon^2 = \overline{\sigma}_1^2 + b_0^T H_{\xi_1} b_0 + a_0^T H_{\xi_2} a_0 = \omega(b_0, a_0),$$

$$\text{где } \overline{\sigma}_1^2 = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N \left(\xi_i^{(1)} \right)^2,$$

$$H_{\xi_1} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} E \left[\sum_{i=1}^N \varphi_{\xi_1}^{(i)} \left(\varphi_{\xi_1}^{(i)} \right)^T \right] = \begin{pmatrix} h_{\xi_1}^{(11)} & h_{\xi_1}^{(21)} & \dots & h_{\xi_1}^{(r1)} \\ h_{\xi_1}^{(21)} & h_{\xi_1}^{(22)} & \dots & h_{\xi_1}^{(r1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{\xi_1}^{(1r)} & h_{\xi_1}^{(2r)} & \dots & h_{\xi_1}^{(rr)} \end{pmatrix},$$

$$h_{\xi_1}^{(mk)} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} E \left(\sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_m}{j} \xi_{i-j-1}^{(1)} \cdot \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\alpha_k}{j} \xi_{i-j-1}^{(1)} \right) = \\ = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=j}^{N-1} \binom{\alpha_m}{j} \binom{\alpha_k}{j} \sigma_1^2 (i-j-1), \quad m = \overline{1, r},$$

$$H_{\xi_2} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} E \left[\sum_{i=1}^N \varphi_{\xi_2}^{(i)} \left(\varphi_{\xi_2}^{(i)} \right)^T \right] = \begin{pmatrix} h_{\xi_2}^{(11)} & h_{\xi_2}^{(21)} & \dots & h_{\xi_2}^{(r_1 1)} \\ h_{\xi_2}^{(21)} & h_{\xi_2}^{(22)} & \dots & h_{\xi_2}^{(r_1 1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{\xi_2}^{(1r_1)} & h_{\xi_2}^{(2r_1)} & \dots & h_{\xi_2}^{(r_1 r_1)} \end{pmatrix},$$

$$h_{\xi_2}^{(mk)} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} E \sum_{i=0}^{N-1} \left(\sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\beta_m}{j} \xi_{i-j}^{(2)} \cdot \sum_{j=0}^i (-1)^j \binom{\beta_k}{j} \xi_{i-j}^{(2)} \right) =$$



$$= \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{i=j}^{N-1} \binom{\beta_m}{j} \binom{\beta_k}{j} \sigma_2^2(i-j), m = \overline{1, r_1}.$$

Определим оценку $\hat{\theta}(N)$ из условия минимума суммы взвешенных квадратов обобщённых ошибок $(\varepsilon_i(b_0, a_0, i))^2$ с весом $\omega(b, a)$, т.е.

$$\min_{\theta \in \mathbb{B}} \sum_{i=1}^N \frac{(y_i - \varphi_i^T \theta)^2}{(\sigma_1^2 + b^T H_{\xi_1} b + a^T H_{\xi_2} a)} = \min_{\theta \in \mathbb{B}} \frac{U_N(b, a)}{\omega(b, a)}. \quad (3)$$

Имеет место, следующая теорема:

Теорема. Пусть некоторый случайный процесс $\{y_i, i = \dots -1, 0, 1, \dots\}$ описывается уравнением (1) с начальными нулевыми условиями и выполняются предположения 1-4. Тогда оценка $\hat{\theta}(N)$, определяемая выражением (3) с вероятностью 1 при $N \rightarrow \infty$, существует, единственная и является сильно состоятельной оценкой, т.е.

$$\hat{\theta}(N) \xrightarrow[N \rightarrow \infty]{\text{П.Н.}} \theta_0.$$

Литература

1. Кацюба О.А. Теория идентификации стохастических динамических систем в условиях неопределенности: монография. - Самара: СамГУПС, 2008. ISBN 978-5-98941-079-8.
2. Иванов Д.В. Рекуррентное оценивание параметров динамических систем. Модели с ошибками в переменных. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH. 2011. ISBN 978-3-8473-0715-0.

Д.Г. Ивко, А.И. Поршин, Н.Ф. Бахарева, В.Н. Тарасов

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций
и информатики)

Компьютерные сети изменяются по размеру и сложности, их нагрузка имеет тенденцию увеличиваться. В таком раскладе сетевой контроль может обеспечивать важной информацией о состоянии коммуникационной инфраструктуры сети. Полученная информация может использоваться для достижения удовлетворительного использования ресурсов сети. Поэтому, качество сетевого контроля выходит на первый план при обслуживании сетей любого размера.

Существует много способов контроля состояния и выявления проблем в сети. Каждый способ имеет свои конкретные цели, и выдвигает на первый план различные аспекты сетевой информации. Некоторые из них сосредотачиваются на сборе информации об отдельных пакетах либо полной детальной информа-



ции об одном устройстве, такие как: Tcpdump, различные модификации top(ator, htop, iftop, dnstop и т.д.). Другие сосредотачиваются на информации о потоках это: zabbix, nagios, cacti (работающие в основном на SNMP) или nfdump(nfsen), FlowScan, CUFlow (информация о метаданных и характеристиках пакетов, на основе NetFlow).

Проблемы современных систем сбора информации о трафике и управления сетью:

- отсутствие детализации информации по трафику в сети (Nagios, Zabbix, NfSens);
- невозможно отследить элементарные проблемы в сети (сетевые петли, некорректную работу сетевых интерфейсов, вопросы безопасности);
- отсутствие возможности быстро находить причину неисправности в большой корпоративной сети;
- отсутствие графических инструментов, наглядно предоставляющих сетевые процессы в сети;
- отсутствие архива для хранения информации о трафике сети за большой промежуток времени (не решена проблема выборки данных из архива)
- отсутствие комплексного подхода к диагностике сети.

Основные требования к программному комплексу, который смог бы решить данную проблему.

Во-первых, программный комплекс должен работать с протоколами, которые свободно бы подходили для всего активного сетевого оборудования. В качестве такого протокола очень часто использовался SNMP. Этот протокол обладает как рядом достоинств, так и недостатков. Достоинства:

- поддерживается практически всем активным сетевым оборудованием;
- относительная простота настройки;
- наличие очень большой базы MIB, которая может показать практически все характеристики оборудования;
- возможность посылать управляющие команды через данный протокол.

Казалось, что эти достоинства SNMP могут обеспечить возможность диагностики оборудования полностью.

Но у протокола отмечается ряд недостатков:

- отсутствие средств взаимной аутентификации агентов и менеджеров;
- работа через ненадежный протокол UDP;
- SNMP предоставляет информацию только о количестве проходящего трафика через оборудование и не может дать характеристику трафика, а это очень существенно в диагностике сети.

По этому, предлагается вместе с протоколом SNMP использовать протокол NetFlow. Данные диагностики по протоколу NetFlow могут передаваться как по TCP так и по UDP, что говорит о его надёжности.

При использовании данного протокола можно обозначить следующие проблемы:

- передача данных осуществляется в не зашифрованном виде;



- данные диагностики по протоколу NetFlow имеют большой объем и обычно хранятся в текстовом формате, что затрудняет их обработку и, соответственно, взаимодействие с данными полученными по SNMP;

– предоставление информации требует приведения к более наглядному виду. Пока решения первой проблемы нет, но и аналогов данного протокола в сети просто нет.

Вторая проблема может быть решена созданием алгоритм архивирования и перевода данных в базу. Алгоритм архивирования данных заключается в комбинации использования текстовых файлов для записи данных за сутки и использовании базы данных MySQL для записи данных за период больше суток. Методика более подробно описана в исследовании от университета в Твенте.

Также к этому необходимо добавить анализ логов с активного сетевого оборудования.

Комбинируя эти подходы к решению проблем в сети, разработан программный комплекс “Lexx”, таково его рабочее название, который обладает следующими достоинствами:

1. Использование протоколов NetFlow, SNMP вместе с анализом логов.
2. Понятное и удобное средство анализа проблем сети.
3. Наглядное представление технических данных сети.
4. Новый алгоритм архивирования данных, уменьшающий затраты на обработку.
5. На основании полученных данных сможет отслеживать возможные причины неисправности.
6. На основании имеющейся базы «Знаний» будет давать рекомендации по оптимизации и модернизации сети

А.А. Кателкин

НЕЙРОННЫЙ РЕГУЛЯТОР ДАВЛЕНИЯ НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОМ ПУНКТЕ

(Пензенский государственный университет)

Газораспределительный пункт (ГРП) является составной частью газового хозяйства ТЭЦ и предназначен для автоматического редуцирования давления газа, стабилизации выходного давления в заданных пределах, автоматического отключения газа при повышении или понижении выходного давления пределов значений на выходе газораспределительного пункта и очистки газа от механических примесей.

В ГРП газ редуцируется до давления $0,75 - 0,85 \text{ кгс/см}^2$ с помощью регулирующих клапанов, управляемых автоматическими регуляторами давления. С выхода ГРП газ поступает в общий газопровод ТЭС, снабжающий парогенераторы газовым топливом. В ГРП имеются рабочие нитки газопровода, нитки малого расхода и резервная с ручным управлением арматурой. На рабочих ниткам и нитках малого расхода устанавливаются автоматические регуляторы давле-



ния, действующие по принципу «после себя», и защитные регуляторы, действующие по тому же принципу. Защитные регуляторы настраиваются на поддержание повышенного давления по сравнению с рабочим и при работе в расчётном диапазоне полностью открыты.

Стабилизация давления газа на выходе ГРП осуществляется в одноканальной системе путём автоматического регулирования проходного сечения на одной из линий узла редуцирования. При изменении нагрузки и перепадах давления на входе ГРП одноканальная система регулирования может потерять управление из-за полного открытия регулирующего клапана. Такой режим работы показан на рисунке 1.

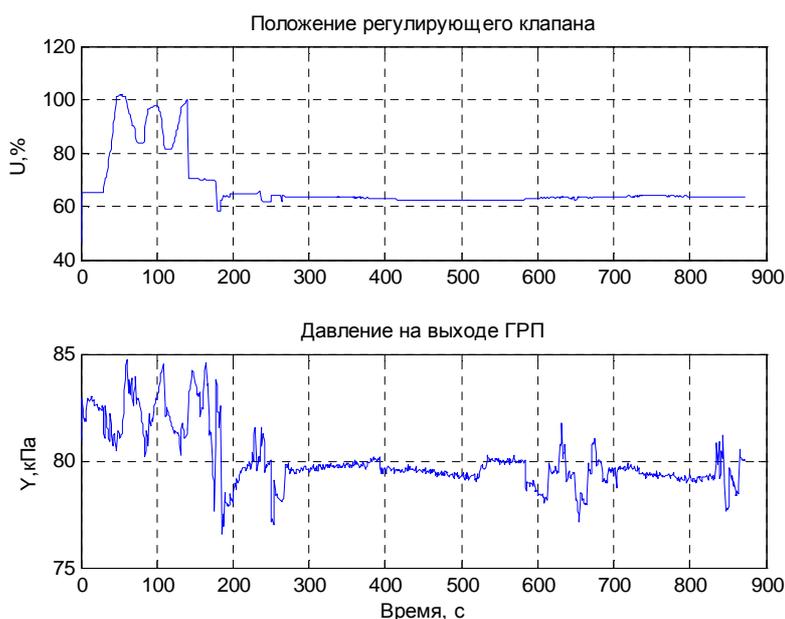


Рис. 1. Входные и выходные тренды ГРП

Для расширения диапазона регулирования предлагается использовать многоканальное регулирование проходного сечения на нескольких линиях узла редуцирования, а для повышения качества регулирования и компенсации перепадов давления на входе ГРП использовать комбинированное управление, обеспечивая инвариантность системы по перепадам внешнего давления.

В качестве автоматического регулятора давления предлагается использовать нейронный регулятор, построенный на базе динамической нейронной сети с использованием инверсной модели объекта.

В результате параметрической идентификации рекуррентным методом наименьших квадратов получена непрерывная передаточная функция объекта управления (ГРП):

$$W(p) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1} = \frac{0,012}{3025s^2 + 90,1s + 1}, \quad (1)$$

где k — коэффициент усиления, T — постоянная времени, ξ — коэффициент затухания, которую перепишем в виде дифференциального уравнения второго порядка:



$$a_0 \frac{d^2 y}{dt^2} + a_1 \frac{dy}{dt} + y = ku, \quad (2)$$

в котором коэффициенты принимают следующие значения: $a_0 = T^2 = 3025$, $a_1 = 2\xi T = 90,1$, $k = 0,012$.

Для получения оценки инверсной модели объекта, полученной по его входным и выходным сигналам в режиме нормальной эксплуатации, необходимо сформировать выборку входных и выходных величин объекта $[u, y]$. Эта выборка затем используется при обучении нейронной сети [2].

Получение устойчивых и сходящихся оценок инверсной модели объекта может быть достигнуто, если статистические характеристики выборки входной величины достаточно близки к характеристикам белого шума.

На рисунке 2 изображена структурная схема объекта, соответствующая уравнению (2) и реализованная в Simulink ППП MATLAB.

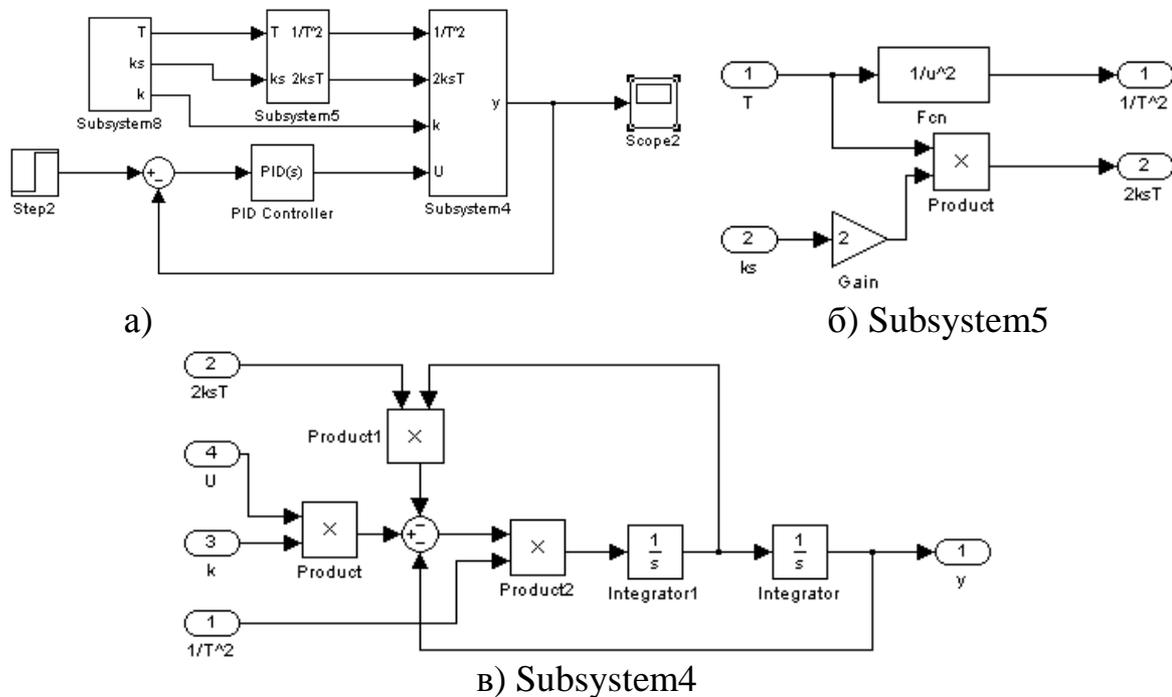


Рис. 2. Структурная схема системы регулирования давления

Формирование обучающих выборок для нейронной сети проводилось с помощью структурной схемы, изображённой на рисунке 3. Для получения несмещённых оценок на вход объекта подавался случайный сигнал с блока Uniform Random Number из пакета Simulink.

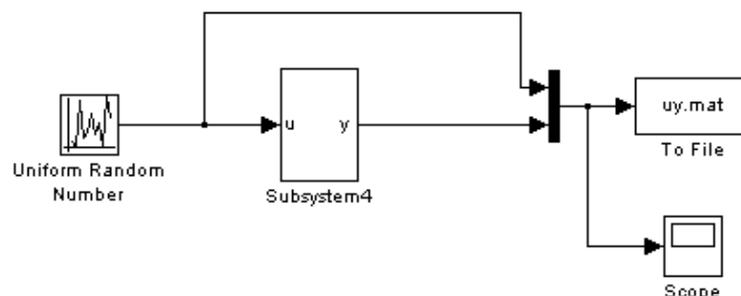


Рис. 3. Схема формирования обучающих выборок



На рисунке 4 представлена осциллограмма обучающей выборки для нейронной сети.

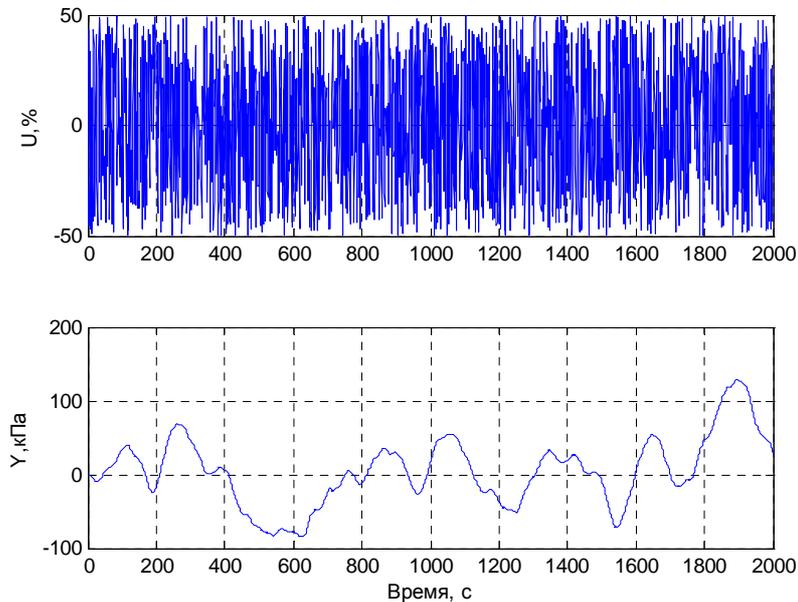


Рис. 4. Осциллограммы обучающей выборки

Выборка использовалась для обучения многомерной динамической нейронной двухслойной сети прямой передачи с запаздыванием. Инверсная модель объекта получена в результате обучения нейронной сети по входному и выходному сигналам ГРП в режиме нормальной эксплуатации. Удовлетворительные результаты обучения получены при использовании в первом слое трёх нейронов с линейными функциями активации, во втором слое — одного нейрона с линейной функцией активации. Обучение проводилось методом Левенберга-Марквардта, дополненного регуляризацией по Байесу [1].

Структурная схема нейронной сети показана на рисунке 5.

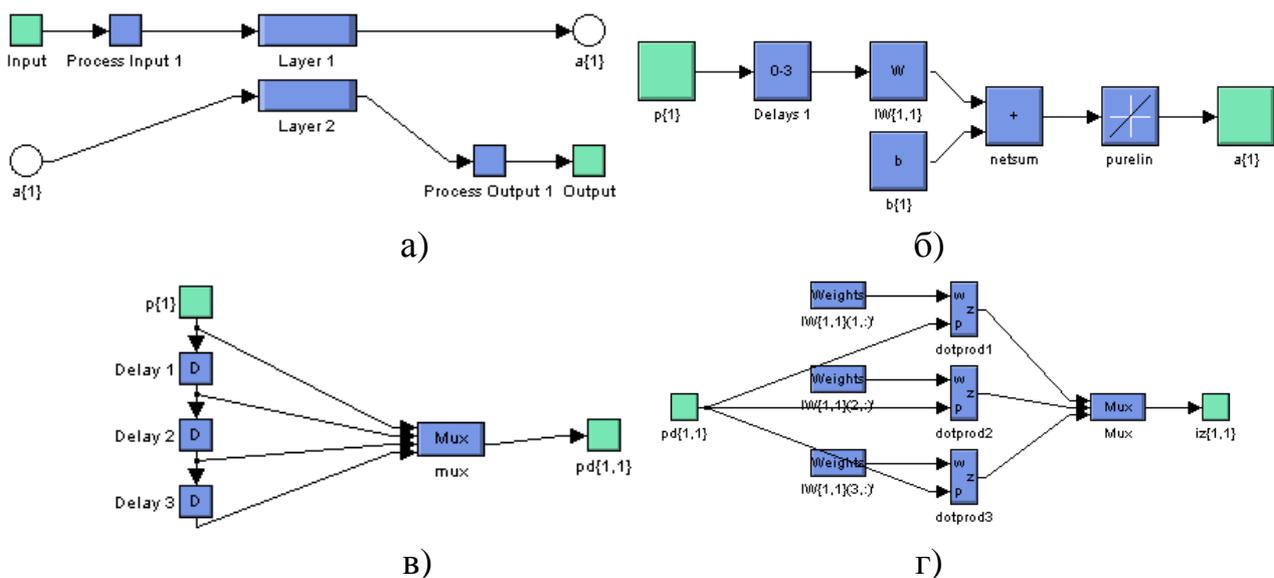


Рис. 5. Структура нейронной сети



Результаты обучения нейронной сети показаны на рисунке 6.

После обучения нейронная сеть включалась в систему регулирования давлением на ГРП (рисунок 8) в качестве регулятора.

Переходные характеристики системы приведены на рисунке 9.

Синтезированный нейронный регулятор в каскадной системе в 1,5 раза повышает быстродействие системы регулирования давления.

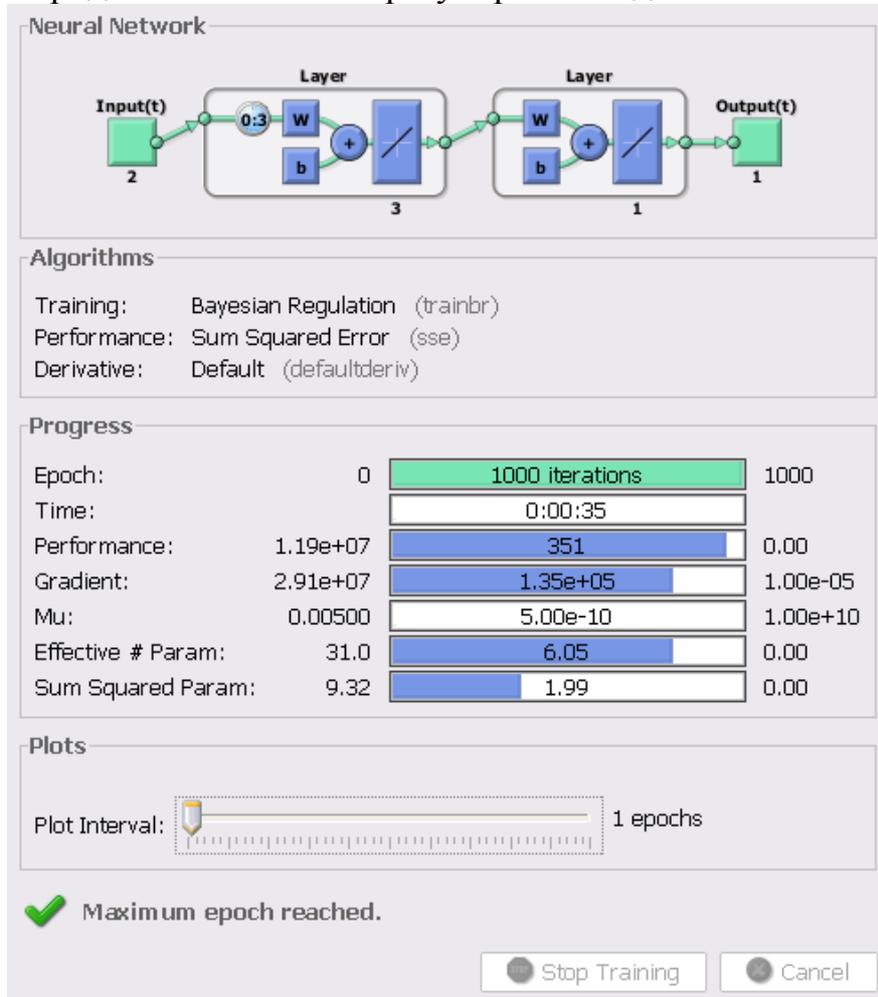


Рис. 6. Процедура обучения нейронной сети

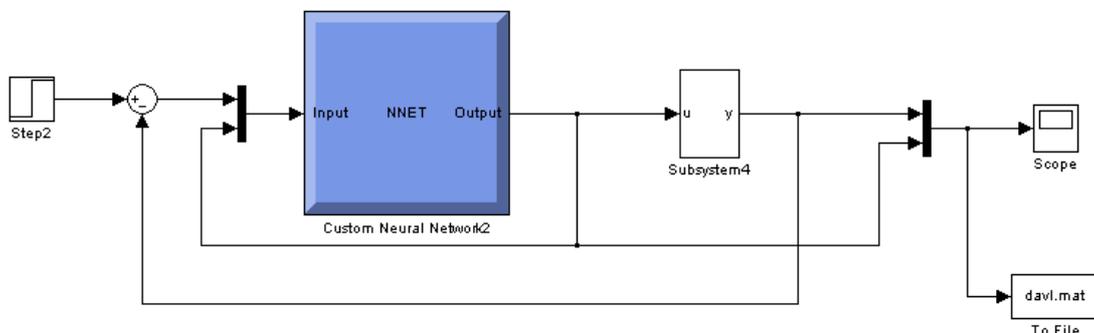


Рис. 8. Система регулирования с нейрорегулятором

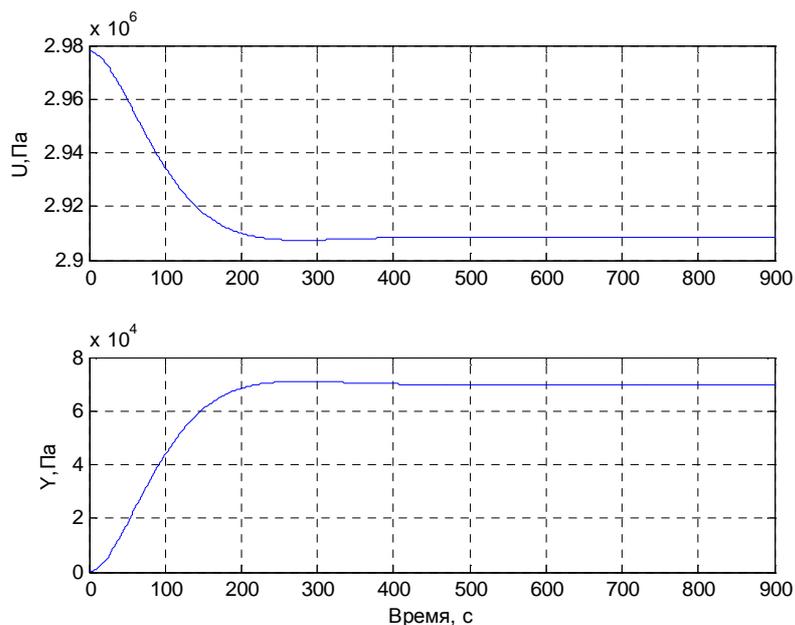


Рис. 9. Переходные характеристики системы регулирования с нейрорегулятором

Литература

1. Комашинский, В. И. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи [Текст] / Владимир Комашинский, Дмитрий Смирнов. — М. : Горячая линия – Телеком, 2003. — 96 с.
2. Медведев, В. С. Нейронные сети. MATLAB 6 [Текст] / В. С. Медведев, В. Г. Потемкина; под. общ. ред. В. Г. Потемкина. — М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. — 490 с.

А.С. Кучеров, А.А. Якищук, В.И. Куренков

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ РЕЛЯЦИОННЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Для задач технической диагностики характерна неоднозначность в определении возможной причины отказа сложной технической системы (СТС). Например, причинами потери космическим аппаратом (КА) заданной ориентации могут явиться отказы силового гироскопического комплекса, системы сброса кинетического момента, блока определения координат звёзд (БОКЗ) и другие. С другой стороны, отказы, вызванные указанными причинами, могут иметь и другие проявления – например, отсутствует информация о выполнении ориентации КА по сигналам БОКЗ.



Известно, что использование в условиях неопределённости методов нечёткой логики позволяет получить результаты, более адекватные по сравнению с получаемыми на основе использования методов традиционной булевой логики [1].

Задача технической диагностики ставится следующим образом.

Задано множество возможных причин отказов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_m\}$, множество проявлений отказов $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_n\}$ и функция принадлежности $\mu_p(\langle x_i, y_j \rangle)$, определённая на множестве кортежей $\langle x_i, y_j \rangle, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$, которая описывает степень уверенности эксперта в том, что i -я причина приводит к отказу, проявляющему себя в виде j -го следствия. Тем самым определено бинарное нечёткое отношение $P\{\langle x_i, y_j \rangle, \mu_p\langle x_i, y_j \rangle\}$. В результате анализа информации о конкретном случае нарушения работоспособности КА определяется численная мера b_j проявления каждого отказа и формируется вектор $b = (b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_n)$ - для краткости будем называть значение b_j мерой достоверности.

Математическая постановка задачи диагностики заключается в нахождении нечёткого множества-вектора a , удовлетворяющего условию

$$a \otimes M_p = b,$$

где « \otimes » – знак нечёткой композиции, M_p - матрица, соответствующая нечёткому отношению P , строки которой представляют собой первые элементы кортежей, а столбцы – вторые элементы кортежей рассматриваемого нечёткого отношения.

В качестве композиции бинарных нечётких отношений наиболее часто применяется бинарное нечёткое отношение с функцией принадлежности

$$\mu = \max_{x \in X} \{ \min \{ \mu_X(x), \mu_p(\langle x, y \rangle) \} \}.$$

Известны необходимые и достаточные условия существования решений отдельных нечетких реляционных уравнений [2,3], но система уравнений в общем случае может быть несовместна.

Данное обстоятельство приводит, применительно к задаче технической диагностики, к альтернативе: наложить некоторые ограничения на задаваемые значения функций принадлежности $\mu_p(\langle x_i, y_j \rangle)$ и мер проявления отказов b_j либо прибегнуть к приближенному решению систем нечетких реляционных уравнений.

Выбор первого варианта, очевидно, значительно осложнит работу экспертов и сделает систему диагностики малоэффективной. Более приемлемым представляется выбор второго варианта. При этом задачу решения нечетких уравнений можно рассматривать как задачу многокритериальной оптимизации.

Пусть $f_i(a_1, a_2, \dots, a_n)$ - значение правой части i -го полиномиального нечеткого уравнения. Введем невязку $\delta_i = |b_i - f_i|$ как меру отклонения значения



правой части i -го нечеткого уравнения, достигаемого при значениях аргументов a_1, a_2, \dots, a_n , от ее заданного значения.

Тогда можно поставить следующую задачу оптимизации: найти значения $a_1^*, a_2^*, \dots, a_n^*$, такие, что

$$\delta_i(a_1, a_2, \dots, a_n) \rightarrow \min_{a_1, a_2, \dots, a_n}, \quad i = \overline{1, m};$$
$$a_j \in [0, 1], \quad j = \overline{1, n}.$$

Если система нечетких уравнений несовместна, то сформулированная задача не имеет математического решения, и следует использовать методы, применяемые для задач многокритериальной оптимизации. Одним из них является метод абсолютной уступки, согласно которому

$$(a_1^*, a_2^*, \dots, a_n^*) = \arg \min_{a_1, a_2, \dots, a_n} \sum_{i=1}^m \delta_i(a_1, a_2, \dots, a_n);$$
$$a_j \in [0, 1], \quad j = \overline{1, n}.$$

Данный метод положен в основу программного обеспечения системы технической диагностики СТС, которое представляет собой приложение, разработанное средствами Java 1.7 с помощью библиотеки визуальных компонентов Swing. Главное окно приложения представлено на рисунке.

В настоящем варианте приложение позволяет производить диагностику причин отказов пяти бортовых систем КА, но является открытым для добавления произвольного числа дополнительных моделей.

Пользователь должен ввести экспертные оценки значений мер проявления отказов b_j в столбец «Мера» таблицы «Мера проявления отказов» и значений функций принадлежности $\mu_p(\langle x_i, y_j \rangle)$ в таблицу «Экспертные оценки связей причин и отказов». Вводимые значения должны принадлежать интервалу от 0 до 1, что контролируется программой. После запуска приложения осуществляется расчет компонент вектора a ; при этом активируется полоса прогресса поиска решения, отображая процент выполнения задачи.

После окончания расчета приложение выводит краткий отчет, содержащий набор строк в формате «мера достоверности ~ причина отказа». По этому отчету можно судить о том, какая из причин отказа системы представляется наиболее достоверной при заданных значениях мер проявлений отказов b_j и экспертных оценок функций принадлежности $\mu_p(\langle x_i, y_j \rangle)$.

В качестве метода поиска решения системы нечетких реляционных уравнений используется метод прямого перебора значений переменных a_i , что значительно сказывается на скорости работы программы – системы с большим количеством данных могут анализироваться очень долго. В дальнейшем планируется оптимизировать алгоритм поиска решения для ускорения работы программы и повышения точности результатов расчета.



Также предполагается организовать возможность задания экспертных оценок связей причин отказов и их проявлений не в табличной форме, а в виде функций, что позволит разрабатывать гораздо более гибкие модели для определения причин отказов бортовых систем космического аппарата.

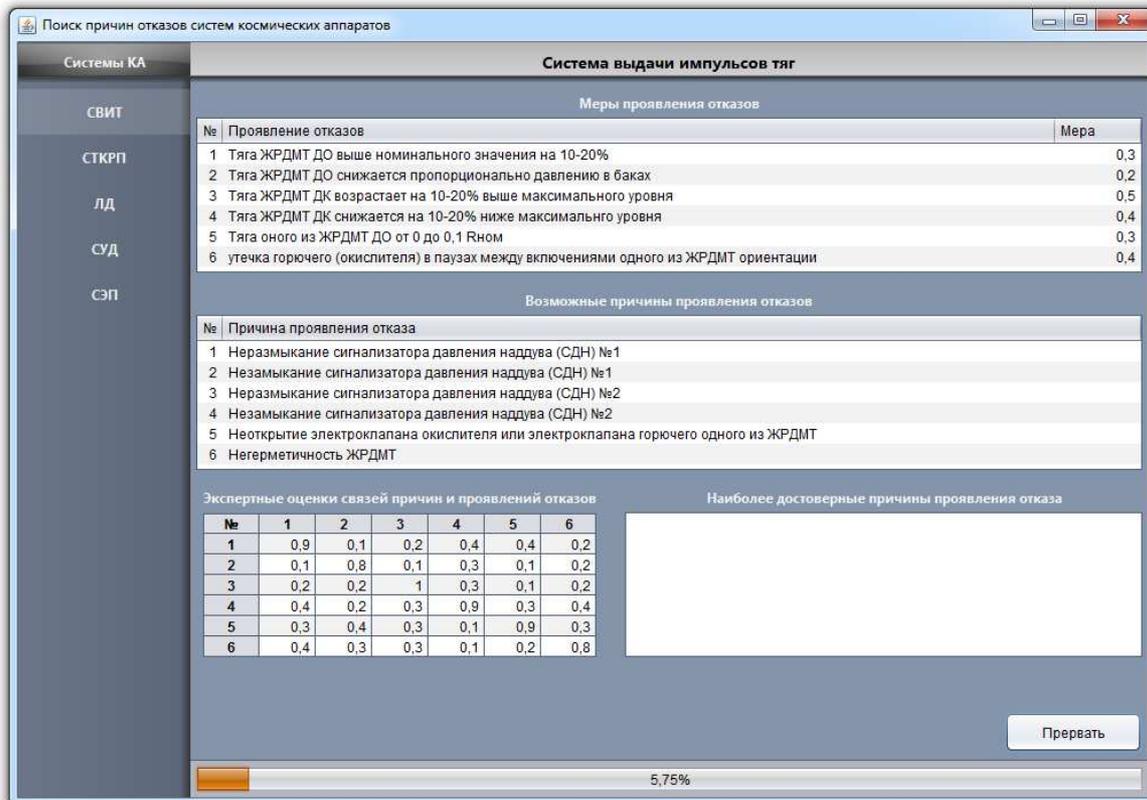


Рис. 1

Литература

1. Леоненков, А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст]/А.В. Леоненков– Спб.: БХВ-Петербург, 2003.-736 с.
2. Нечеткая логика: алгебраические основы и приложения [Текст]/ Блюмин С.Л. Шуйкова И.А., Сараев П.В. и др. – Л.: ЛЭГИ, 2002. – 110 с.
3. Sanchez, E. Resolution of Composite Fuzzy Relation Equations/E. Sanchez // Information and Control. -1976.- Vol. 30. - P. 38-48.

Э.В. Лапшин, А.Н. Якимов, Н.К. Юрков

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С УЧЁТОМ ВЗЛЁТА И ПОСАДКИ НА ПОДВИЖНЫЙ ОБЪЕКТ

(Пензенский государственный университет)

Создание математической модели движения летательного аппарата (ЛА) с учетом взлета и посадки на подвижный объект (ПО) предусматривает в первую очередь выбор системы координат, обеспечивающих рациональное



построение математической модели относительного движения ЛА и ПО на всех участках траектории движения.

При выборе систем координат для создания математической модели относительного движения ЛА и ПО необходимо учитывать специфику движения ПО и ЛА.

Специфика ПО заключается в том, что ПО может двигаться с переменной скоростью, подвержен качке, а также имеет взлетные и посадочные участки с соответствующим оборудованием. Взлетный участок ПО оборудован стартовыми задерживающими устройствами и взлетным трамплином. Посадочный участок ПО оборудован аэрофинишерами. Взлетный и посадочный участки ПО разнесены на значительное расстояние и находятся под углом друг к другу.

Для создания математической модели движения ЛА на всех участках траектории полёта с учётом взлёта и посадки на ПО выбрана следующая система координат:

- земная стартовая система координат $O_g X_g Y_g Z_g$;
- палубная система координат $O_{\Pi} X_{\Pi} Y_{\Pi} Z_{\Pi}$;
- корабельная система координат $O_k X_k Y_k Z_k$;
- связанная с ЛА система координат $OXYZ$.

Учитывая специфику движения ЛА в зоне ПО, а также взлёт и посадку на ПО, необходимо описать в математической модели движения ЛА координаты, скорости и элементы ПО, описанные в палубной и корабельной системах координат. В качестве инерциальной системы выбрана земная стартовая система координат.

Таким образом, возникает необходимость рассмотрение вопроса связи системы координат и возможности перехода из одной в другую.

Для получения формул перехода от одной системы координат к другой должны быть известны положение начала системы координат и угловая ориентация первой системы относительно второй.

Воспользуемся системой углов Эйлера, которой называют три угла (γ , ψ , ν), через тригонометрические функции которых можно определить все девять направляющих косинусов матрицы поворота.

В самом общем случае переход от неподвижной системы координат к подвижной осуществляется путём параллельного переноса до совмещения начала координат и трёх последовательных поворотов на три угла Эйлера, через тригонометрические функции которых можно определить направляющие косинусы матрицы поворота.

Составим матрицы перехода для приведённых выше систем координат.

Положение связанной системы координат относительно земной стартовой системы координат определяется тремя углами Эйлера [1]: углом тангажа ν ; углом рыскания ψ ; углом крена γ .

Матрица перехода имеет вид:



$$Mx \leftarrow x_g = \begin{vmatrix} i_x & i_y & i_z \\ j_x & j_y & j_z \\ k_x & k_y & k_z \end{vmatrix}. \quad (1)$$

Параметр x с индексом системы координат (для связанных с ЛА системы координат индекс отсутствует) означает элементы (координаты, скорости и элементы ЛА и ПО) выраженные в соответствующей системе координат.

Элементы матрицы перехода имеют вид:

$$\begin{aligned} i_x &= \cos\psi \cdot \cos\nu; \\ i_y &= \sin\nu; \\ i_z &= -\sin\psi \cdot \cos\nu; \\ j_x &= -\cos\psi \cdot \sin\nu \cdot \cos\gamma + \sin\psi \cdot \sin\gamma; \\ j_y &= \cos\nu \cdot \cos\gamma; \\ j_z &= \cos\psi \cdot \sin\gamma + \sin\psi \cdot \sin\nu \cdot \cos\gamma; \\ k_x &= \cos\psi \cdot \sin\nu \cdot \sin\gamma + \sin\psi \cdot \cos\gamma; \\ k_y &= -\cos\nu \cdot \sin\gamma; \\ k_z &= \cos\psi \cdot \cos\gamma - \sin\psi \cdot \sin\gamma \cdot \sin\nu. \end{aligned} \quad (2)$$

Аналогично положение корабельной системы координат относительно земной стартовой системы координат определяются углами ν_k, ψ_k, γ_k .

Матрица перехода имеет вид:

$$Mx_k \leftarrow x_g = \begin{vmatrix} i_x^{(k)} & i_y^{(k)} & i_z^{(k)} \\ j_x^{(k)} & j_y^{(k)} & j_z^{(k)} \\ k_x^{(k)} & k_y^{(k)} & k_z^{(k)} \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Элементы матрицы перехода описываются следующим образом:

$$\begin{aligned} i_x &= \cos\psi_k \cdot \cos\nu_k; \\ i_y &= \sin\nu_k; \\ i_z &= -\sin\psi_k \cdot \cos\nu_k; \\ j_x &= -\cos\psi_k \cdot \sin\nu_k \cdot \cos\gamma_k + \sin\psi_k \cdot \sin\gamma_k; \\ j_y &= \cos\nu_k \cdot \cos\gamma_k; \\ j_z &= \cos\psi_k \cdot \sin\gamma_k + \sin\psi_k \cdot \sin\nu_k \cdot \cos\gamma_k; \\ k_x &= \cos\psi_k \cdot \sin\nu_k \cdot \sin\gamma_k + \sin\psi_k \cdot \cos\gamma_k; \\ k_y &= -\cos\nu_k \cdot \sin\gamma_k; \\ k_z &= \cos\psi_k \cdot \cos\gamma_k - \sin\psi_k \cdot \sin\gamma_k \cdot \sin\nu_k. \end{aligned} \quad (4)$$

Матрица перехода из корабельной системы координат в палубную систему координат имеет вид:

$$Mx_k \leftarrow x_g = \begin{vmatrix} i_x^{(0)} & i_y^{(0)} & i_z^{(0)} \\ j_x^{(0)} & j_y^{(0)} & j_z^{(0)} \\ k_x^{(0)} & k_y^{(0)} & k_z^{(0)} \end{vmatrix}. \quad (5)$$

Оси x_k и x_n корабельной и палубной систем находятся под углом друг к другу. Обозначим этот угол ψ_0 . Тройка углов Эйлера имеет вид $\psi_0, 0; 0;$

Элементы матрицы перехода описываются следующим образом:



$$\begin{aligned}
 i_x^{(0)} &= \cos\psi_0; \\
 i_y^{(0)} &= 0; \\
 i_z^{(0)} &= -\sin\psi_0; \\
 j_x^{(0)} &= 0; \\
 j_y^{(0)} &= 1; \\
 j_z^{(0)} &= 0; \\
 \kappa_x^{(0)} &= \sin\psi_0; \\
 \kappa_y^{(0)} &= 0; \\
 \kappa_z^{(0)} &= \cos\psi_0.
 \end{aligned} \tag{6}$$

Матрица перехода из земной стартовой системы координат в палубную систему координат будет матрица, полученная как произведение их матриц:

$$Mx_n \leftarrow x_g = Mx_n \leftarrow x_k \times Mx_k \leftarrow x_g$$

$$Mx_n \leftarrow x_g = \begin{pmatrix} i_x^{(n)} & i_y^{(n)} & i_z^{(n)} \\ j_x^{(n)} & j_y^{(n)} & j_z^{(n)} \\ \kappa_x^{(n)} & \kappa_y^{(n)} & \kappa_z^{(n)} \end{pmatrix}. \tag{7}$$

Элементы матрицы имеют вид:

$$\begin{aligned}
 i_x^{(n)} &= \cos\psi_0 \cdot \cos\upsilon_k \cdot \cos\psi_k - \sin\psi_0 \cdot (\cos\psi_k \cdot \sin\upsilon_k \cdot \sin\gamma_k + \sin\psi_k \cdot \cos\gamma_k); \\
 i_y^{(n)} &= \cos\psi_0 \cdot \cos\upsilon_k + \sin\psi_0 \cdot \cos\psi_k \cdot \sin\gamma_k; \\
 i_z^{(n)} &= -\cos\psi_0 \cdot \sin\psi_k \cdot \cos\upsilon_k - \sin\psi_0 \cdot (\cos\psi_k \cdot \cos\gamma_k - \sin\psi_k \cdot \sin\upsilon_k \cdot \sin\gamma_k); \\
 j_x^{(n)} &= -\cos\psi_k \cdot \sin\upsilon_k \cdot \cos\gamma_k + \sin\psi_k \cdot \sin\gamma_k; \\
 j_y^{(n)} &= \cos\upsilon_k \cdot \cos\gamma_k; \\
 j_z^{(n)} &= \cos\psi_k \cdot \sin\gamma_k + \sin\psi_k \cdot \sin\upsilon_k \cdot \cos\gamma_k; \\
 \kappa_x^{(n)} &= \sin\psi_0 \cdot \cos\psi_k \cdot \cos\upsilon_k + \cos\psi_0 \cdot (\cos\psi_k \cdot \sin\upsilon_k \cdot \sin\gamma_k + \sin\psi_k \cdot \cos\gamma_k); \\
 \kappa_y^{(n)} &= \sin\psi_0 \cdot \sin\upsilon_k - \cos\psi_0 \cdot \cos\psi_k \cdot \sin\gamma_k; \\
 \kappa_z^{(n)} &= -\sin\psi_0 \cdot \sin\psi_k \cdot \cos\upsilon_k + \cos\psi_0 \cdot (\cos\psi_k \cdot \cos\gamma_k - \sin\psi_k \cdot \sin\upsilon_k \cdot \sin\gamma_k).
 \end{aligned} \tag{8}$$

С учётом малости углов ψ_0 , ψ_k , υ_k и γ_k и, пренебрегая третьим порядком малости составляющих элементов матрицы, для практического применения элементы матрицы можно записать в виде:

$$\begin{aligned}
 i_x^{(n)} &= 1 - \psi_0 \cdot \psi_k; \\
 i_y^{(n)} &= \upsilon_k + \psi_0 \cdot \gamma_k; \\
 i_z^{(n)} &= -\psi_k - \psi_0; \\
 j_x^{(n)} &= -\upsilon_k + \psi_k \cdot \gamma_k; \\
 j_y^{(n)} &= 1; \\
 j_z^{(n)} &= \gamma_k + \upsilon_k \cdot \psi_k; \\
 \kappa_x^{(n)} &= \psi_0 + \upsilon_k \cdot \gamma_k + \psi_k; \\
 \kappa_y^{(n)} &= \psi_0 \cdot \upsilon_k - \gamma_k; \\
 \kappa_z^{(n)} &= -\psi_0 \cdot \psi_k + 1.
 \end{aligned} \tag{9}$$

Предложенная математическая модель позволяет моделировать взлёт и посадку летательного аппарата на подвижный объект. При этом учитывается специфика движения ЛА, которая заключается в его перемещении по ПО (рулежка, взлет, посадка с учетом движения самого ПО и специфического



оборудования ЛА) и движении по воздушному участку с учетом влияния спутного следа от ПО.

Литература

1. Остославский, И.В. Динамика полёта/ И.В. Остославский, И.В. Стражева. – М.: Машиностроение, 1969. – 467 с.

А.М. Леднев, С.П. Орлов

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНЫМИ ЗАДАНИЯМИ В СЕТЕВОЙ СТРУКТУРЕ НЕФТЯНОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ P2P ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

(Самарский государственный технический университет)

Для эффективного управления вертикально-интегрированной нефтяной компанией (далее – ВИНК) требуется построить единое информационное пространство всех предприятий независимо от их географического расположения, интегрирующее все информационные ресурсы компании. В рамках данного информационного взаимодействия необходимо обеспечить эффективное выполнение большого числа проектов для получения соответствующего конкурентного преимущества. К таким проектам могут относиться: проектирование нового оборудования нефтеперерабатывающих производств, проведение геологоразведочных работ, реинжиниринг бизнес-процессов предприятия, проекты в области информационных технологий и прочие.

Современные ВИНК имеют сетевую организационную структуру управления, что позволяет получить эффективный вариант разграничения полномочий и связей, а также требуемый баланс между автономией и централизацией при реализации комплексных проектов различного уровня.

Сетевая организационная структура ВИНК представляется в виде:

$$M = (U_M, V_M), \quad (1)$$

где U_M – множество исполнителей проектов в различных подразделениях предприятий ВИНК, объединенных в сетевую структуру; V_M – существующие связи между исполнителями; индекс M означает принадлежность множеств рассматриваемой сетевой структуре M .

Взаимодействие персонала такой организации может быть формализовано с помощью модели многоакторной интегрированной информационной среды [1, 2], позволяющей обеспечивать требуемую ритмичность обмена информацией между сотрудниками предприятия:

$$S_{P2P} = (U_{P2P}, V_{P2P}, F_{P2P}), \quad (2)$$

где U_{P2P} – множество акторов, V_{P2P} – множество одноранговых связей между акторами, $F_{P2P} : U_{P2P} \times U_{P2P} \rightarrow V_{P2P}$ – функция, задающая способ организации связей между акторами.



Отображение $M \rightarrow S_{P2P}^0$ реализуется центром управления проектами ВИНК для начального построения P2P сети акторов [3]. На этом этапе формируется максимально возможное множество акторов $U_{P2P}^0 \subseteq U_M$, которое включает потенциальных исполнителей будущих проектов.

Проект описывается набором $P = (Z_P, T_P, C_P)$, где $Z_P = \{z_1, \dots, z_{N_Z}\}$ – задания проекта; $T_P = \{(t_1^*, \Delta t_1^*), \dots, (t_{N_Z}^*, \Delta t_{N_Z}^*)\}$ – множество заданных сроков окончания работ и длительностей их выполнения; $C_P = \{c_1, \dots, c_{N_Z}\}$ – стоимости выполнения каждого задания из Z_P , определенные для существующего уровня декомпозиции проекта. Расписание проекта $G = (Z_P, T_P, V_G)$ в виде диаграммы Ганта задает сроки и логическую последовательность выполнения заданий, где V_G – связи между заданиями.

Интенсивное развитие нефтяной компании в настоящее время привело к необходимости выполнения в пятилетний период большого числа комплексных проектов, многие из которых связаны друг с другом во времени. Это порождает поток проектных заданий $P_k(t)$, выполнение которых должно осуществляться в гибкой организационной структуре P2P сети $S_{P2P}(P_k(t))$, настраивающейся на появляющиеся проекты: $F_{P2P}(P_k(t)): U_{P2P} \times U_{P2P} \rightarrow V_{P2P}(P_k(t))$.

Для управления этим процессом предлагается методология построения комплекса из взаимосвязанных оптимизационных задач, моделей P2P взаимодействия, процедур аутсорсинга и виртуальных аукционов и имитационной модели процесса распределения проектных заданий.

Для построения начального оптимального распределения акторов P2P сети по проектным заданиям сформулирована задача дискретной оптимизации с булевыми переменными и ограничениями двух типов: линейных аналитических и нелинейных ограничений.

Критерием оптимальности является минимум затрат на оплату труда сотрудников при выполнении ими проекта P . Надо найти такое отображение $U_P \rightarrow Z$, где Z – множество заданий проекта P , которое обеспечит минимум целевой функции:

$$C = \sum_{n=1}^{N_U} \sum_{i=1}^{N_Z} c_{ni} x_{ni} \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$\text{где } x_{ni} = \begin{cases} 1, & \text{если задание } z_i \text{ назначено исполнителю } u_n, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (4)$$

c_{ni} – стоимость выполнения задания z_i актором u_n , которая определяется трудоемкостью и квалификацией исполнителя.

Задача (3) с заданными аналитическими и алгоритмическими ограничениями на распределение акторов по проектным заданиям, а также на риски, связанные с невыполнением проекта является нелинейной задачей дискретного программирования. Для ее решения на практике применяются методы нелинейного программирования: метод ветвей и границ, метод вектора спада. Дру-



гим направлением является использование оптимизационно-имитационной процедуры [4], позволяющей учитывать нелинейные ограничения путем итерационного решения линейной задачи и последующего уточнения параметров с помощью имитационной модели рисков проекта.

Построенное исходное расписание подлежит постоянному изменению, которое осуществляется за счет самоорганизации акторов входе их взаимодействия в P2P сети.

Целью взаимодействия акторов в P2P сети является обеспечение своевременного решения поставленных проектных заданий с минимальной стоимостью. Поставленная цель достигается за счет использования разработанной модели P2P взаимодействия, в которой каждый актор после получения задания может принять его полностью к исполнению, либо декомпозировать на несколько более простых заданий и передать на исполнение другим акторам (аутсорсинг).

Декомпозиция производится с целью более точного распределения имеющихся у актора ресурсов при планировании задания, так и для ее частичной передачи другим исполнителям для поиска наиболее квалифицированных и компетентных специалистов. Событие декомпозиции задания z_i на множество заданий $\{z_{ij}\}$ актором u_n в процессе планирования:

$$e^d_{ij}(z_i, \{z_{ij}\}, u_n, t''_{in}), \quad (5)$$

где $\{z_{ij}\}$, $j = \overline{1, J_{ni}}$, – набор заданий, полученных в результате декомпозиции, J_{ni} – число заданий в наборе.

Под аутсорсингом понимается процесс передачи исполнителем подмножества собственных проектных работ другим исполнителям, при этом выбор исполнителей проводится с учетом их квалификации, компетентности, заявленных обязательств по срокам и стоимости выполнения работ:

$$e_{nijm}(z_{ij}, u_n, u_m, t'_{ijm}), \quad (6)$$

где u_n – акторы, выдающие задания на аутсорсинг, $n, m = \overline{1, N_U}$.

Данному событию поставлена в соответствие переменная:

$$y_{ijm} = \begin{cases} 1, & \text{если } z_{ij} \text{ передано актором } u_n \text{ на аутсорсинг актору } u_m, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (7)$$

Математическая модель P2P аутсорсинга представлена в виде нелинейной оптимизационной задачи дискретного программирования, где целевая функция:

$$\sum_{n=1}^{N_U} \sum_{i=1}^{N_Z} \sum_{j \in J_{ni}} \sum_{m=1}^{N_U} (c_{nij} \cdot x_{ni} - (c_{nij} x_{ni} - c_{nijm}) y_{ijm}) \rightarrow \min, \quad (8a)$$

с ограничениями:

$$\forall z_i, u_n : t_{i,n}^\lambda \leq T_i, \quad i = \overline{1, N_Z}; \quad n = \overline{1, N_U}; \quad (8б)$$

$$c_{nij} x_{ni} - c_{nijm} \geq 0; \quad \forall i, n, j, m; \quad (8в)$$



$$\sum_{j \in J_{ni}} c_{nij} x_{ni} - \sum_{j \in J_{ni}} \sum_{m=1}^{N_u} c_{nijm} y_{nijm} \geq c_{ni}^D; \quad \forall i, n; \quad (8г)$$

$$\sum_{n=1}^{N_U} x_{ni} = 1; \quad \sum_{m=1}^{N_U} y_{ijm} = 1; \quad i = \overline{1, N_Z}, \quad j \in J_{jn}, \quad (8д)$$

где c_{ni}^D – величина дохода, покрывающего издержки и обеспечивающего прибыль актору, проводящему аутсорсинг; x_{ni} , y_{ijm} – булевы переменные, определенные в (4) и (7); $c_{ni}, c_{nij}, c_{nijm}$ – стоимости соответствующих проектных заданий.

Для решения задачи P2P аутсорсинга предлагается использовать модель итерационного аукциона [5], что позволяет обеспечить достижение целевой функции (8а).

Литература

1. Lednev A. Mobile P2P taxi service // MSc Dissertation, University of Surrey, 2010. – 75 p.
2. Иващенко А.В. Управление согласованным взаимодействием пользователей интегрированной информационной среды предприятия. Самара: Самарский научный центр РАН, 2011. – 100 с.
3. Орлов С.П., Леднев А.М., Иващенко А.В. Применение модели P2P аутсорсинга в задачах управления проектами на предприятии нефтегазовой отрасли // Вестник Волжского университета им. Татищева.- № 2(21).- 2013.– С.34-41
4. Орлов С.П. Оптимизационно-имитационное моделирование при структурном синтезе управляющих вычислительных систем// Вестник СамГТУ. Сер. Технические науки, №1,1994. - С. 56-65.
5. Ivaschenko A., Lednev, A. Auction model in the problem of active programmers management interacting in P2P networks // ICAART 2013, 5th International Conference on Agents and Artificial Intelligence. Barcelona: SCITEPRESS. – 2013. - Vol. 1. - Pp. 431-434.

В.В. Любимов, А.А. Осипов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО РЕЗОНАНСА ПРИ ВХОДЕ В АТМОСФЕРУ АСИММЕТРИЧНОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Введение

Вторичные резонансные эффекты, связанные с явлением внешней устойчивостью резонансов, имеют место в задачах возмущенного вращательного движения космических аппаратов (КА). Данные задачи, относящиеся к классу задач пассивной стабилизации движения, включают в себя оценку точности и устойчивости подобных режимов движения КА. Исследуемые эффекты проявляются в высших приближениях метода усреднения и приводят к эволюции



медленных переменных на нерезонансных участках движения. На практике эти эффекты могут привести к сильной раскрутке КА и способствовать эволюции медленных переменных системы, переходящей в длительный резонанс.

Постановка задачи

Научная проблема, рассматриваемая в данной работе, характеризуется отсутствием результатов исследования внешней устойчивости резонансов в динамике твердого тела при входе в атмосферу с немалыми асимметриями. Исходя из данной проблемы, формулируется следующая задача: используя одну из известных математических моделей вращательного движения КА с малой асимметрией, рассматриваемых в работах [1-3], смоделировать вращательное движение КА для немалых асимметрий на этапе его входа в атмосферу.

Решение задачи.

Для решения данной задачи применяется система уравнений движения асимметричного твердого тела в атмосфере, описанная в работах [1, 2]:

$$\bar{I}_x \frac{d\omega_x}{dt} = -\varepsilon m_x^A \sin(\theta + \theta_2) + \varepsilon m^A \omega_{1,2}^2 \operatorname{tg}^2 \alpha \cos(2\theta + 2\theta_3) + \varepsilon m_{x0}^\phi qSL/I + \varepsilon m_x^{\bar{\omega}_x} \bar{\omega}_x qSL/I, \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{F_a}{4\omega_a^2} \frac{d\alpha}{dt} = & -\Psi \frac{\omega^2 \operatorname{tg} \alpha}{4\omega_a^2 \pi} - \varepsilon \frac{m_{x0}^\phi qSL \operatorname{tg} \alpha \omega_{1,2}}{4\omega_a^2 I} \mp \varepsilon \frac{m^A}{2\omega_a} \cos(\theta + \theta_1) - \\ & - \varepsilon \frac{\omega_{1,2} \operatorname{tg} \alpha}{4\omega_a^2} \left[(10 + \bar{I}_x) \omega_x \omega_{1,2} - 2(2 + \bar{I}_x) \omega_x^2 + (\operatorname{tg}^2 \alpha - 4) \omega_{1,2}^2 \right] m^A \cos(2\theta + 2\theta_3) \mp \\ & \mp \varepsilon \frac{qSL}{2\omega_a} \left(m_{yn}^{\bar{\omega}_{yn}} \bar{\omega}_{yn} + m_{yn}^{\bar{\omega}_x} \bar{\omega}_x \right) - \varepsilon \frac{\omega_{1,2} qSL \operatorname{tg} \alpha}{4\omega_a^2 I} \left(m_x^{\bar{\omega}_x} \bar{\omega}_x + m_x^{\bar{\omega}_{yn}} \bar{\omega}_{yn} \right) - \\ & - \varepsilon \frac{C_{yv} qS}{mv} \frac{(\bar{I}_x \omega_x - \omega_{1,2})(\bar{I}_x \omega_x - 2\omega_{1,2})}{4\omega_a^2}, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \omega_x - \omega_{1,2}, \quad (3)$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \varepsilon \frac{\omega}{2q} \frac{dq}{dt}. \quad (4)$$

Здесь $\theta = \varphi_n - \pi / 2$; $\Psi = 2\pi \dot{\omega} / \omega^2 = O(\varepsilon)$, расчеты показывают, что для переменной ω на периоде изменения $T = 2\pi / \omega$ выполняется соотношение $T \dot{\omega} / \omega = O(\varepsilon)$, следовательно, данная переменная является медленной; уравнения (1) и (2) определяют изменение угловой скорости КА относительно продольной оси X и угла атаки; $m_x^A, m^A, m^A, m_{x0}^\phi, \theta_1, \theta_2, \theta_3$ - функции, характеризующие величину и взаимное расположение аэродинамической и массовой асимметрий КА, $m^A = \sqrt{(m_1^A)^2 + (m_2^A)^2}$,



$$m_1^A = -\frac{(1 + \bar{I}_x)\omega_x - 3\omega_{1,2}}{2\omega_a} \frac{\omega^2}{m_{zn}} (m_y^\phi - C_x \bar{\Delta z}) \operatorname{tg} \alpha -$$

$$-\frac{\omega_{1,2}\omega^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{2\omega_a m_{zn}} (m_{xc}^\phi + C_{yn} \bar{\Delta z}) \mp \frac{\bar{I}_{xz}}{2\omega_a} \left[\omega_x \omega_{1,2} (\omega_x + \omega_{1,2} \operatorname{tg}^2 \alpha) - \omega_x^2 (\omega_x \mp 2\omega_a) \right],$$

$$m_2^A = -\frac{(1 + \bar{I}_x)\omega_x - 3\omega_{1,2}}{2\omega_a} \frac{\omega^2}{m_{zn}} (m_z^\phi + C_x \bar{\Delta y}) \operatorname{tg} \alpha +$$

$$+\frac{\omega_{1,2}\omega^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{2\omega_a m_{zn}} (m_{xs}^\phi + C_{yn} \bar{\Delta y}) \pm$$

$$\pm \frac{\bar{I}_{xy}}{2\omega_a} \left[\omega_x \omega_{1,2} (\omega_x + \omega_{1,2} \operatorname{tg}^2 \alpha) - \omega_x^2 (\omega_x \mp 2\omega_a) \right],$$

$$\sin \theta_1 = m_1^A / m^A, \cos \theta_1 = -m_2^A / m^A, m_x^A = \sqrt{(m_{x1}^A)^2 + (m_{x2}^A)^2},$$

$$m_{x1}^A = -\frac{\omega^2}{m_{zn}} (m_{xs}^\phi + C_{yn} \bar{\Delta y}) \operatorname{tg} \alpha - \bar{I}_{xy} \omega_{1,2}^2 \operatorname{tg} \alpha,$$

$$m_{x2}^A = -\frac{\omega^2}{m_{zn}} (m_{xc}^\phi + C_{yn} \bar{\Delta z}) \operatorname{tg} \alpha - \bar{I}_{xz} \omega_{1,2}^2 \operatorname{tg} \alpha,$$

$$\sin \theta_2 = -m_{x1}^A / m_x^A, \cos \theta_2 = m_{x2}^A / m_x^A; \omega_a = \sqrt{\bar{I}_x^2 \omega_x^2 / 4 + \omega^2};$$

$$m^A = \sqrt{\bar{I}_{yz}^2 + \bar{\Delta I}^2}, \sin 2\theta_3 = \bar{\Delta I} / m^A, \cos 2\theta_3 = -\bar{I}_{yz} / m^A,$$

$$\bar{I}_{xy} = I_{xy} / I, \bar{I}_{xz} = I_{xz} / I, \bar{I}_{yz} = I_{yz} / I, \bar{\Delta I} = \Delta I / I,$$

$$\omega_{1,2} = \frac{\bar{I}_x \omega_x}{2} \pm \omega_a - \text{частоты "прямой" и "обратной" прецессий};$$

$\omega_x - \omega_{1,2}$ - резонансная расстройка КА;

$$F_a = -\frac{M_{zn}^a}{I} + \frac{\omega_{1,2}^2}{\cos^2 \alpha} + (\bar{I}_x \omega_x - \omega_{1,2})(\bar{I}_x \omega_x - 2\omega_{1,2}).$$

В системе (1)-(4) возможен главный резонанс вида $\frac{d\theta}{dt} = \omega_x - \omega_{1,2} = 0$.

Примем параметр инерционной асимметрии КА $m^A = 0$. Предположим, что обобщенные параметры асимметрии m_x^A, m^A, m_{x0}^ϕ не являются малыми величинами. Движение тела будем рассматривать на этапе входа в атмосферу, когда квадрат частоты является малой величиной $\omega = o(\varepsilon)$. В этом случае, низкочастотные уравнения движения тела сохраняют вид (1)-(4).

Система уравнений (1)-(4) при немалых рассматриваемых параметрах асимметрии численно интегрируется, и по результатам интегрирования строятся графики зависимостей угловой скорости и угла нутации от времени. На рис. 1 и рис. 2 показываются вторичные резонансные эффекты, переходящие в дли-



тельный главный резонанс, реализующиеся при ортогональной асимметрии твердого тела.

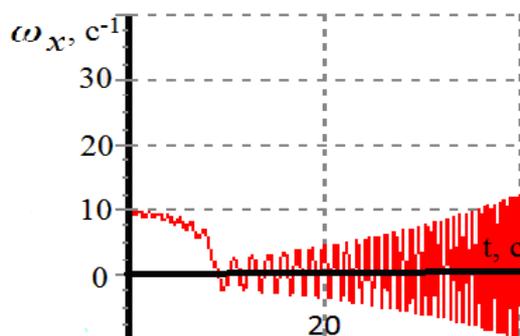


Рис. 1. Зависимость угловой скорости тела от времени

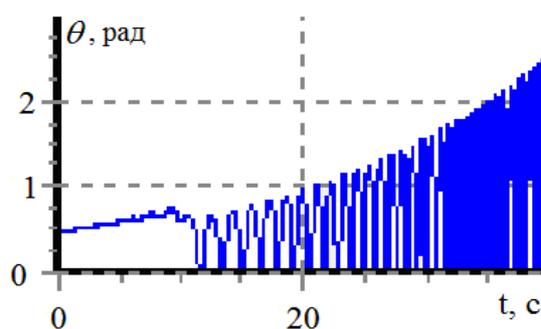


Рис. 2. Зависимость угла атаки от времени

Вывод

В заключение полученные результаты сравниваются с результатами, полученными в работах [1-3]. Делается вывод, что при входе в атмосферу твердого тела с немалыми параметрами асимметрии наблюдаются аналогичные вторичные резонансные эффекты, как и при движении в плотных слоях атмосферы тела с малой асимметрией. Однако, при входе в атмосферу твердого тела с немалыми параметрами асимметрии, эволюция угловой скорости, вызванная влиянием главного резонанса, более существенна по величине и реализуется на меньших интервалах времени.

Литература

1. Заболотнов, Ю.М. Вторичные резонансные эффекты при движении космических аппаратов в атмосфере с малыми углами атаки [Текст] / Ю.М. Заболотнов, В.В. Любимов // Вестник рос. академии космонавтики им. К.Э. Циолковского. Часть I. Управление движением и навигация летательных аппаратов. Самара. – 2000. – С.38-86.

2. Заболотнов, Ю.М. Вторичный резонансный эффект при движении КА в атмосфере [Текст] / Ю.М. Заболотнов, В.В. Любимов // Космические исследования. 1998.- Т.36, № 2.- С.206-214.

3. Ярошевский, В.А. Движение неуправляемого тела в атмосфере [Текст] / В.А. Ярошевский. – М.: Машиностроение, 1978. – 168с.



Р.Ф. Маликов

ИМИТАЦИОННЫЕ И АНИМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СРЕДЕ ANYLOGIC

(Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы)

Моделирование — метод решения задач, при использовании которого исследуемая система заменяется более простым объектом, описывающим реальную систему и называемым моделью. Моделирование применяется в случаях, когда проведение экспериментов над реальной системой невозможно или нецелесообразно: например, по причине хрупкости или дороговизны создания прототипа либо из-за длительности проведения эксперимента в реальном масштабе времени.

Математическое моделирование для исследования характеристик систем условно подразделяется на аналитическое и имитационное моделирование.

При **имитационном моделировании** реализующий модель-алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы во времени. Имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания во времени. Основным преимуществом имитационных моделей по сравнению с аналитическими является возможность решения задач исключительной сложности. Метод имитационного моделирования обеспечивает имитацию любых сложных и многообразных процессов с большим количеством элементов, отдельные функциональные зависимости в таких моделях могут описываться громоздкими математическими соотношениями.

Имитационная модель — это компьютерная программа, которая описывает структуру и воспроизводит поведение реальной системы во времени. Имитационная модель позволяет получать подробную статистику о различных аспектах функционирования системы в зависимости от входных данных.

Имитационное моделирование находит широкое применение в различных сферах, в социальных, экономических, политологических, технических и военных исследованиях:

- моделирование производственных систем;
- моделирование логистических процессов;
- в маркетинге;
- моделирование социальных процессов и институтов;
- моделирование транспортных систем;
- моделирование технических, информационных и телекоммуникационных процессов и систем;
- моделирование различных глобальных мировых процессов;
- и другие процессы, системы и объекты.

В последние годы в имитационном моделировании сформировались четыре основных направления – это моделирование систем динамического типа,



системная динамика, дискретно-событийное моделирование и агентное моделирование.

Моделирование систем динамического типа часто называют **схемотехническим (кибернетическим) или аналоговым моделированием**. Здесь мы проводим моделирование сложных систем на основе информационного обмена между ее элементами, это класс моделей, который позволяет отразить управленческие аспекты поведения систем. Особенностью кибернетического моделирования является, кроме учета механизмов управления, возможность учета механизмов самоорганизации, обучения, адаптации и т.д. Этот подход широко применяется при построении моделей интеллектуальных систем и автоматического управления. Для разработки имитационных компьютерных моделей используются информационные системы: Dynamo, PowerSim, MIMIC, АРТОН MIDAS, PACTOLUS, CSSL, СЛАМ, GASP, НЕДИС, МИКС, MATLAB +Simulink, Multisim, VisSim, LabView, Easy5, MvStudium и др.

Дискретно-событийное моделирование используется для моделирования систем массового обслуживания. Для моделирования применяются различные программные продукты: AnyLogic, Arena, Extend, Powersim Studio, Witness, ProModel, Pilgrim, Taylor Simulation, GPSS, SimScript, SIMULA, SIMUL8, Modelling, SimProcess, AutoMod, Enterprise Dynamics, FlexSim и др.

Производственные процессы в полиграфическом производстве подразделяются в основном на несколько этапов: допечатные процессы, печатный процесс и послепечатная обработка.

Возможность применения теории массового обслуживания (ТМО) для исследования полиграфического производства определяется следующими факторами:

1. Количество заявок в системе (которая рассматривается как СМО) должно быть достаточно велико (массово).
2. Все заявки, поступающие на вход СМО, должны быть однотипными.
3. Для расчетов по формулам необходимо знать законы, определяющие поступление заявок и интенсивность их обработки. Более того, потоки заявок должны быть пуассоновскими.
4. Структура СМО, т.е. набор обслуживающих аппаратов (ОА) и последовательность обработки заявки, должна быть жестко зафиксирована.
5. Необходимо исключить из системы субъектов или описывать их как ОА с постоянной интенсивностью обработки.
6. Количество используемых приоритетов должно быть минимальным. Приоритеты заявок должны быть постоянными, т.е. они не могут меняться в процессе обработки внутри СМО.

Анализ этих факторов показывает, что полиграфические процессы можно рассматривать как систему массового обслуживания.

Нами в процессе имитационного моделирования были созданы учебные модели допечатных, печатных и послепечатных процессов, построенные с помощью среды моделирования AnyLogic. На рис. 1 показана модель допечатного процесса производства полиграфических изделий. На рис.2 представлена мо-



дель полиграфического производства при наличии печатном цехе трех машин: однокрасочной, двухкрасочной и четырехкрасочной.

На рис.3 и 4 показан процесс производства и анимационная модель полиграфических изделий послепечатного процесса. Этот процесс состоит из пяти этапов. На первом этапе происходит обрезка листа на формат, после которого изделие проходит этапы фальцовка и биговка изделия. На третьем этапе выполняется листоподборка, после которой идет крепление листов различными способами.

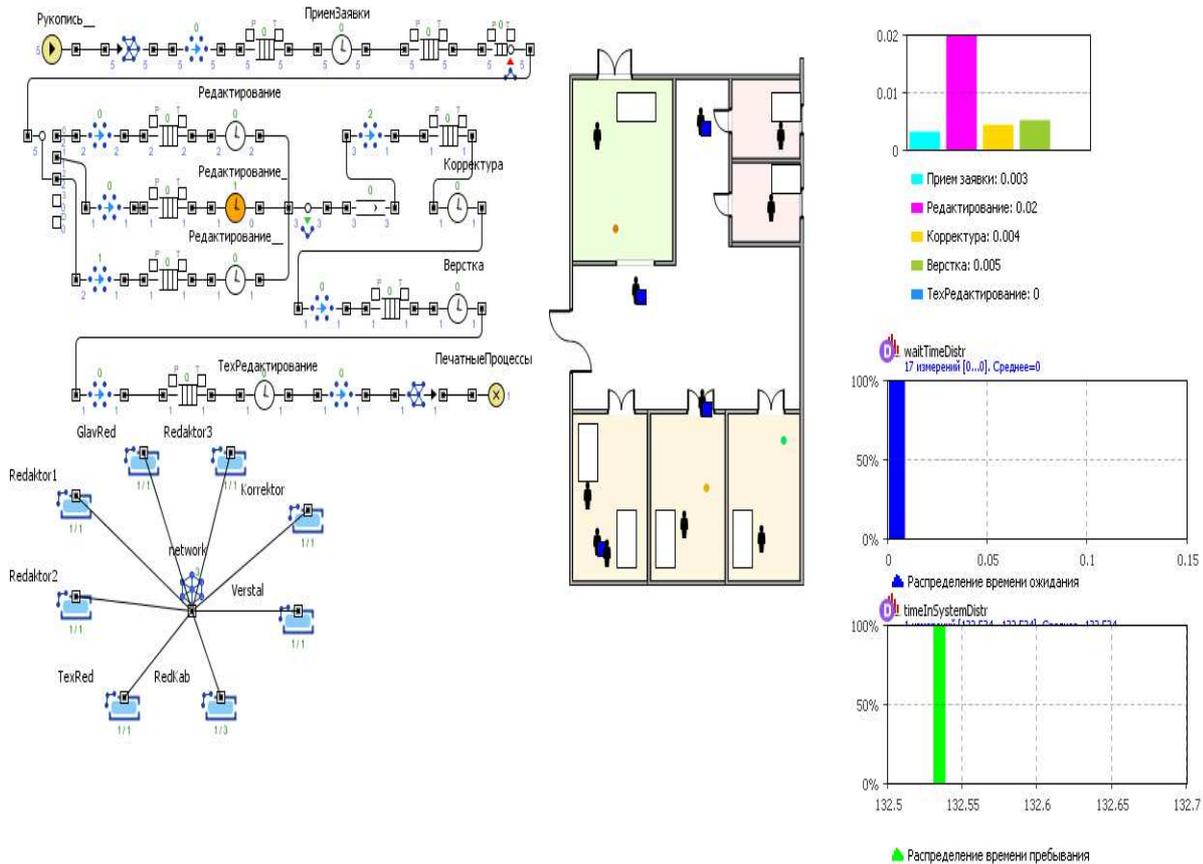


Рис. 2. Схема модели допечатных процессов

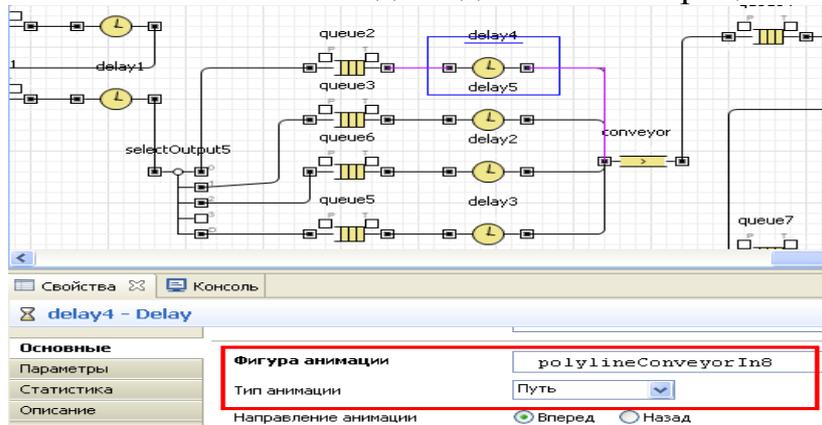


Рис. 3. Модель полиграфического производства при наличии печатном цехе трех машин



Рис. 4. 3D модель печатного процесса



Рис.5. Анимационная 3D модель послепечатного процесса

Литература

1. Карпов, Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. [Текст] / Ю. Г. Карпов – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.
2. Маликов, Р.Ф. Основы разработки компьютерных моделей сложных систем [Текст] / Р.Ф. Маликов. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2012. – 256 с.
3. Аглиуллин, А.А. Электронное пособие по моделированию сложных систем в среде Anylogic [Текст] / Аглиуллин А.А., Аккужин М.В., Андреева Я.П., Маликов Р.Ф. Материалы шестой Всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика». ИМ-МОД-2013. – Казань: Изд-во «ФЭН» АН РТ. – Т.2. – С. 193-199.



Е.А. Мясникова, А.А. Тюгашев

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

При создании и эксплуатации современных космических аппаратов широко применяется вычислительная техника. Управление отдельными приборами и системами, входящими в комплекс бортовой аппаратуры, осуществляется специальными функциональными программами. При этом существует необходимость в некой координирующей программе, включающей в требуемые моменты времени в зависимости от ситуации на борту те или иные функциональные программы для достижения космическим аппаратом заданных целей. Такая программа и называется «управляющей». Разработка управляющих программ - процесс долговременный, сложный, в программах возможны ошибки и опечатки, порождающие сбои в работе бортовых систем управления, что приводит к авариям и порче дорогостоящей техники.

В связи с этим актуальна задача создания настраиваемого на необходимый язык программирования генератора управляющих программ реального времени, позволяющего улучшить процесс разработки, ускорить ход работ и сократить число ошибок.

Основой любого генератора являются три ключевых компонента: метаданные (структура, которую мы пытаемся смоделировать в программе), шаблоны (образцы по которым будет создан код) и внутренние правила, которые определяют структуру и поведение метаданных, шаблонов и их взаимодействие. На выходе генератора получаем искомый программный код. Схема генерации представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Генерация программного кода

Метаданными является многовходовая модель управляющего алгоритма. Семантику управляющих алгоритмов реального времени (УА РВ) можно представить в виде набора четверок объектов:

$$УА РВ = \{f_i, t_i, \tau_i, l_i\}, \quad i = \overline{1, N}, \quad (1)$$



где f_i – функциональная задача (программа); t_i – момент начала выполнения действия; τ_i – длительность; \bar{l}_i – логический вектор, обуславливающий действие [1]. Многовходовая модель – это набор включений управляющего алгоритма в определенные моменты времени. Ее можно представить следующей парой:

$$MWM = (W, T), \quad (2)$$

где MWM – обозначение многовходовой модели, $W = \{W_1, W_2, \dots, W_n\}$ – множество входов управляющего алгоритма, $T = \{[(W_i, W_j), \Delta T_{ij}]\}$ – отношение передачи управления, определённое на множестве W . То есть, T есть бинарное отношение на W , каждая пара входов в котором характеризуется временным интервалом ΔT_{ij} . Если, например, пара $[(W_i, W_j) \in T$, то это означает, что вход W_j запускается после выполнения входа W_i по прошествии временного интервала ΔT_{ij} . Таким образом, многовходовую модель можно представить в виде управляющего графа, где W – множество вершин, а T – множество взвешенных дуг. Пример графа многовходовой модели изображен на рисунке 2.

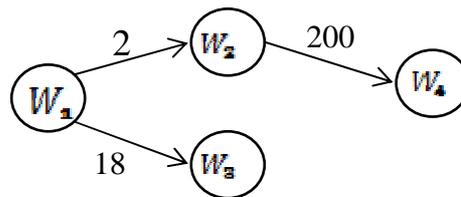


Рис. 2. Многовходовая модель

Каждый вход представляет собой логическую схему, т.е. совокупность линейных участков и ветвлений по результатам проверки логических условий.

$$W_i = ((LU^i, Y^i)), j = \overline{1, m}, \quad (3)$$

где $LU^i = (LU_1, LU_2, \dots, LU_n)$ – упорядоченная последовательность линейных участков, Y^i – вектор логических условий, при которых выполняется LU^i .

Каждый линейный участок можно описать в виде:

$$LU_k = \{f_k\}, f_k \in F, k = \overline{0, N}, \quad (4)$$

где $\{f_k\}$ – последовательность функциональных задач без проверок логических условий и передач управления [2].

Вход можно представить также в виде графа, где вершинами являются линейные участки, а дугами – передачи управления, которые обусловлены проверками условий логических переменных.

Пример графа входа приведен на рисунке 3.

Шаблоны генератора это образцы стандартных конструкций языка программирования, на который настраивается генератор. В программе должны присутствовать стандартные начало и завершение. Многовходовость реализуется с помощью меток и операторов безусловного перехода. Кроме этого необходим условный оператор для проверки логических переменных, описание выхода из программы. К этому необходимо добавить также конструкцию, обеспе-



чивающую необходимую задержку по времени. Итоговая структура программы представлена на рисунке 4, в блоках кода должны быть описаны последовательности запусков функциональных задач.

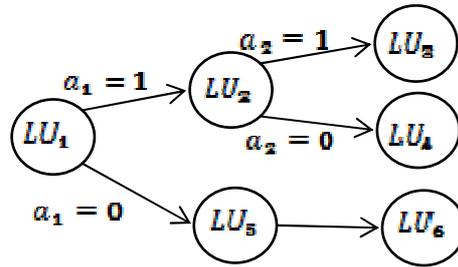


Рис. 3. Логическая схема входа



Рис. 4. Пример структуры программы

Если настраиваемый язык не содержит оператора безусловного перехода, то его можно заменить комбинацией переменной, заменяющей метки, цикла и переключателя.

Внутренние правила генератора - это алгоритм генерации управляющей программы. Мы начинаем генерацию с вставки стандартного начала программы и обработки первого по времени исполнения входа. Обработка входа это рекурсивное построение дерева линейных участков. Повторы исключаются вставкой команды перехода на уже описанный участок. Каждая из функциональных задач будет заменена соответствующим фрагментом кода. Некоторые функциональные задачи запрашивают на включение другие входы, исходя из этой информации, формируется очередь входов. После рассмотрения одного входа в основном алгоритме он удаляется из очереди. Повторение алгоритма продолжается до тех пор, пока очередь не опустеет. После этого мы завершаем генерируемую программу и основной алгоритм.

Таким образом, разработанный программный модуль параметрической генерации использует подход, основанный на преобразовании логико-временной схемы управляющего алгоритма над базовыми конструкциями требуемого языка программирования в программный код управляющей программы реального времени. Базовые конструкции языка программирования описываются в формате XML, логико-временная схема так же интерпретируется в



XML-структуру. Это позволяет использовать технологию генерации с помощью XSLT (языка преобразования XML). XSLT имеет массу преимуществ: выполнение повторной генерации кода без перекомпиляции приложения (необходимо только изменить шаблон); возможность генерации программы на любом языке программирования; использование наглядного и широко распространенного XML формата [3].

Разработанный модуль генерации является частью программного комплекса ГРАФКОНТ, разрабатываемого по заказу ГНПРКЦ "ЦСКБ-ПРОГРЕСС" на кафедре программных систем СГАУ. Задача системы ГРАФКОНТ состоит в том, чтобы автоматизировать процессы проектирования, создания, документирования и тестирования бортовых управляющих алгоритмов и программ реального времени для космических аппаратов, обеспечить повышение качества и надежности программ, а так снизить трудоемкость и стоимость разработки.

Литература

1. Калентьев, А.А., Тюгашев, А.А. ИПИ/CALS технологии в жизненном цикле комплексных программ управления [Текст] / А.А. Калентьев, А.А. Тюгашев – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2006. – 285 с.
2. Трусов, В.С. Система визуального конструирования временных диаграмм управляющих алгоритмов беспилотных ЛФ [Текст]: дисс. к. т. н./ Трусов Виталий Сергеевич // Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева – Самара, 2005. – 116 с.
3. Канжелев, С.Ю. Автоматическая генерация автоматного кода [Текст] / С.Ю. Канжелев, А.А. Шалыто // Информационно-управляющие системы / Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения. – 2006. – С.35-42.

С.П. Орлов, Е.Ю. Биктимиркин, А.А. Тютнев

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ МНОГОПОРТОВОЙ ПАМЯТИ МИКРОПРОЦЕССОРОВ

(Самарский государственный технический университет)

Современные микропроцессорные системы используют многопортовую (многовходовую) память для исключения конфликтов при параллельном или конвейерном выполнении потока команд. При этом возникает задача предотвращения конфликтов внутри самой многопортовой памяти, так как обращения от нескольких операционных устройств производятся к одной и той же ячейке памяти. На рис. 1 приведена схема 6-ти транзисторной ячейки SRAM памяти [1]. Здесь имеется N адресных шин B_i и N шин данных W_j , что соответствует N -входовой памяти.



Для обеспечения многопортового доступа в такую ячейку применяются следующие механизмы разрешения конфликтных ситуаций:

- арбитражная логика;
- семафоры;
- запросы на прерывания.

В докладе описывается имитационная модель, которая позволяет изучать процессы обращения к многопортовой памяти, способы разрешения конфликтов, исследовать характеристики производительности, длины очередей запросов и другие параметры.

Имитационная модель построена на базе сети Петри [2]. Такой подход целесообразен, так как сеть Петри моделирует события в объекте.

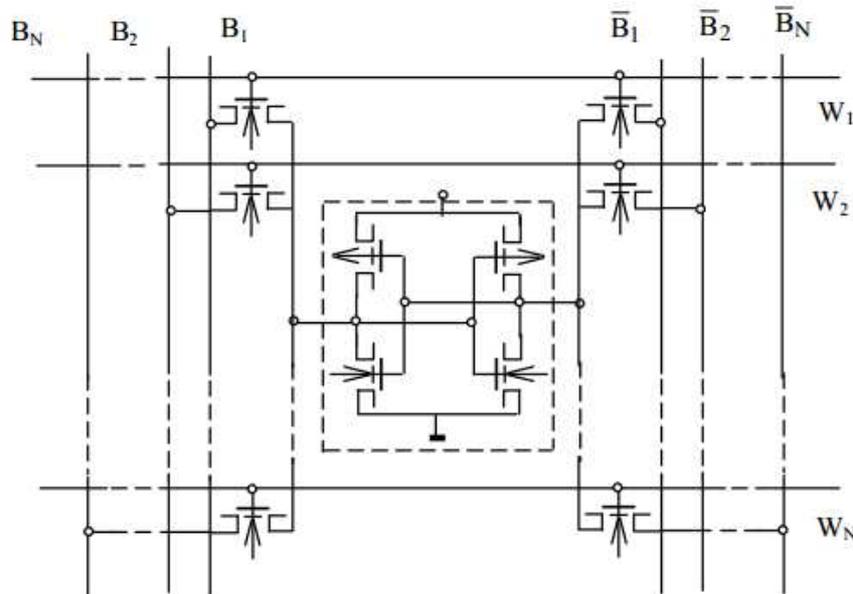


Рис. 1. Многопортовая шеститранзисторная ячейка памяти

Для учета временных соотношений в моделируемой системе памяти будем использовать подкласс сетей Петри - временные сети C^t [3]:

$$C^t = (P, T, U, \mu_0, \beta),$$

где P – конечное множество позиций, T – конечное множество переходов, $U \subseteq P \times T \cup T \times P$ - отношение инцидентности, μ_0 – начальная разметка в начальный момент времени, $\beta: P \rightarrow R$ - отображение, связывающее позиции с временами их готовности, т.е. маркер в позиции p_i становится готовым только через время τ_i , после того, как он появился в позиции.

Основным компонентом имитационной модели служит фрагмент временной сети Петри с двумя источниками запросов [4]. Это позволяет исследовать двухпортовую память и достаточно легко распространить методику на 2-х, 4-х и 8-ми портовые ячейки памяти. На рис. 2 приведен такой фрагмент сетевой модели.

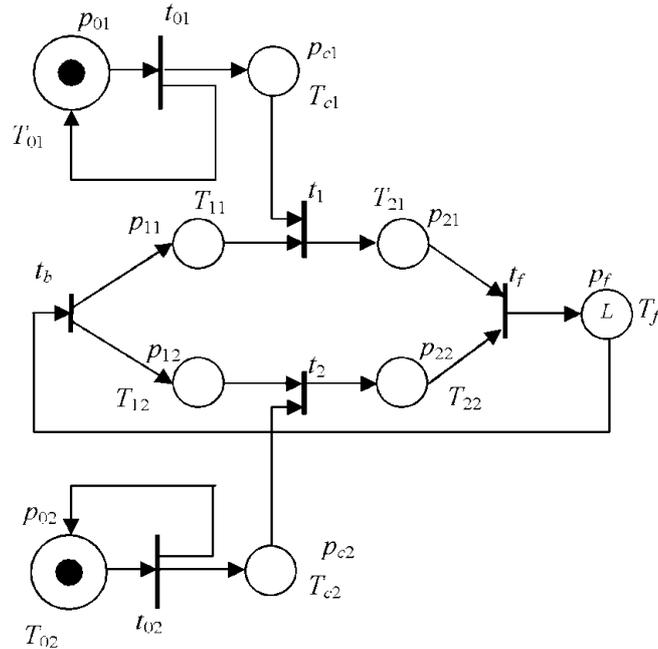


Рис. 2

Позиции и переходы интерпретируются следующим образом.

- позиции p_{01} и p_{02} , переходы t_{01} и t_{02} моделируют поток запросов на доступ к ячейке памяти;
- позиции p_{c1} и p_{c2} синхронизируют обращение к памяти в соответствии с выбранной логикой разрешения конфликтов;
- позиции p_{11} , p_{12} , p_{21} , p_{22} и переходы t_1 , t_2 образуют внутреннюю структуру ячейки памяти;
- позиция p_f моделирует информационный ресурс ячейки с L ресурсными единицами (маркерами), причем на эту позицию не распространяется требование безопасности;
- маркеры (темные точки) в позициях моделируют поступления сообщений.

В зависимости от частоты поступления маркера от источников запросов и соотношения временных параметров параллельных ветвей в ячейке памяти может произойти накопление маркеров в p_c и образование очереди сообщений. Следовательно, для моделируемой сети надо определить: условие L – ограниченности для ресурсной позиции, условия безопасности сети для остальных позиций, допустимую длину очереди.

Для модели на рис. 2 найдено рекуррентное выражение для времени срабатывания переходов:

$$\begin{aligned} \tau_{n+1}(t_b) &= T_f + \max\{T_{21} + \max\{(n-1)T_{01} + T_{c1}\}, \tau_n(t_b) + T_{11}\}, \\ &T_{22} + \max\{(n-1)T_{02} + T_{c2}, \tau_n(t_b) + T_{12}\}\}, \\ \tau_1(t_b) &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

где $T_f, T_{c1}, T_{c2}, T_{01}, T_{02}, T_{11}, T_{21}, \dots$, - времена, приписанные соответствующим позициям сети.



Отсюда получаем условия безопасности для синхронизирующей позиции рс:

$$\begin{aligned}\tau_n(t_b) + T_{11} &\leq nT_{01}, \\ \tau_n(t_b) + T_{12} &\leq nT_{02}.\end{aligned}\tag{2}$$

Для различных временных соотношений в памяти с помощью формул (1) и (2) можно найти длину очереди сообщений и число сообщений в потоке, не нарушающих безопасность сети. В модели также реализована возможность задавать случайные последовательности запросов с выбранным законом распределения. Очевидно, что описанная методика может быть распространена на произвольное число параллельно выполняющихся процессов запросов к многопортовой памяти.

Предлагаемая модель позволяет исследовать различные структуры многопортовой памяти, определить эффективность механизмов разрешения конфликтов.

Литература

1. Лементуев, В.А. Многопортовая память микропроцессорных систем/В.А.Лементуев//Информационные технологии и вычислительные системы, № 2, 2009. – С. 96 – 101.
2. Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем/ Дж. Питерсон. – М.: Мир, 1984. – 264 с.
3. Orlov S.P. Application of Petri net model for computational process synchronization/ S.P. Orlov// Advances in Modeling & Analysis. Vol.14. №3.-AMSE PRESS,1993. –Р.1-6.
4. Орлов, С.П. Сеть Петри для моделирования межпроцессорного обмена в вычислительном кластере/С.П.Орлов// Материалы Всеросс. научн.-технич. конф. «Информационные технологии в науке и производстве (ИТНП-2013)» - Самара: СамГТУ, 2013. – С.207-210.

А.И. Пугачев

МОДЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ

(Самарский государственный технический университет)

Функционирование предприятий, имеющих подразделения вспомогательных производств, основано не только на расходовании различных видов внешних ресурсов, но также и на выработке и внутреннем потреблении собственных ресурсов [1]. В итоге сложные внутрипроизводственные маршруты движения собственных ресурсов создают серьезную проблему как в расчете их себестоимости, так и, в конечном счете, в расчете себестоимости готовой продукции.

Рассмотрим производственную систему, в составе которой имеется m



производств, производящих n видов ресурсов, причем всякое производство может выпускать несколько видов ресурсов. Ресурс r , выработанный за период Δt , характеризуется количеством b и стоимостью s , т.е. $r = (b, s)$. Исходя из этого, общий выпуск ресурсов можно представить как

$$G_i = (r_{iu} | u \in \overline{1, n}) = ((b_{iu}, s_{iu}) | u \in \overline{1, n}), \quad i \in \overline{1, m}. \quad (1)$$

Основная проблема учета выпуска и распределения собственных ресурсов заключается в том наряду с прямыми производственными затратами Z подразделений-производителей ресурсов в их состав входят также затраты в виде себестоимости одного или нескольких видов собственных ресурсов, включая и ресурсы, выработанные в самом подразделении. Иными словами, точный процесс распределения затрат на себестоимость отдельных видов ресурсов существенно усложняется за счет циклического характера движения внутренних ресурсов между производствами.

Поскольку ресурсы, произведенные в течение Δt , потребляются в этом же периоде, то модель выработки и потребления ресурсов можно представить балансовыми уравнениями.

Количественный баланс выработанных ресурсов можно представить следующим образом:

$$B_i = \sum_{j=1}^m B_{ij} + B_{i0}, \quad i \in \overline{1, m}, \quad (2)$$

где $B_i = (b_{iu} | u \in \overline{1, n})$ – вектор выпуска ресурсов i -м подразделением, $B_{ij} = (b_{iju} | u \in \overline{1, n})$ – вектор распределения ресурсов из G_i в G_j в количественном выражении, $B_{i0} = (b_{i0u} | u \in \overline{1, n})$ – вектор распределения ресурсов из G_i прочим потребителям в количественном выражении.

Движение вырабатываемых ресурсов в количественном выражении известно, поскольку оно точно учитывается в производственных операциях. Движение ресурсов в стоимостном выражении отражает следующее уравнение:

$$Z_i + \sum_{j=1}^m S_{ji} = \sum_{j=1}^m S_{ij} + S_{i0}, \quad i \in \overline{1, m}, \quad (3)$$

где $Z_i = (z_{iu} | u \in \overline{1, n})$ обозначает расходы i -го подразделения, произведенные им в течение Δt , на выпуск соответствующих видов ресурсов без учета себестоимости ресурсов, полученных из других подразделений; $S_{ij} = (s_{iju} | u \in \overline{1, n})$ – вектор себестоимости ресурсов, распределенных из G_i в G_j ; $S_{i0} = (s_{i0u} | u \in \overline{1, n})$ – вектор себестоимости ресурсов, переданных из G_i прочим потребителям.

Левая часть уравнения (3) соответствует затратам подразделений на выпуск ресурсов, поэтому себестоимость S_i ресурсов, выработанных i -м подразделением находится как $S_i = Z_i + \sum_{j=1}^m S_{ji}$, причем вектор Z_i известен. Правая часть уравнения (5.31) отражает распределение себестоимости ресурсов по потребителям.



На основании изложенного сформулируем постановку задачи о себестоимости собственных ресурсов. Пусть в производственной системе имеется m подразделений, вырабатывающих n видов собственных ресурсов. За период Δt для каждого подразделения известен вектор Z_i затрат кроме собственных ресурсов, а также вектор B_i выпуска и векторы B_{ij} , B_{i0} распределения выработанных ресурсов другим подразделениям в количественном выражении. Требуется рассчитать S_i , $i \in \overline{1, m}$.

Представим уравнения (3) в скалярном виде:

$$z_{iu} + \sum_{j=1}^m s_{jiu} = \sum_{j=1}^m s_{iju} + s_{i0u}, \quad i \in \overline{1, m}, u \in \overline{1, n} \quad (4)$$

Приведем систему (5.32) к стандартному виду:

$$\sum_{j=1}^m s_{iju} - \sum_{j=1}^m s_{jiu} + s_{i0u} = z_{iu}, \quad i \in \overline{1, m}, u \in \overline{1, n} \quad (5)$$

Непосредственное решение системы (5) невозможно, поскольку число неизвестных составляет $m(m+1)n$ при числе уравнений $m \times n$. Для сокращения числа неизвестных введем новые неизвестные, соответствующие себестоимости единицы ресурса каждого вида

$$x_{iu} = \frac{s_{iu}}{b_{iu}}, \quad i \in \overline{1, m}, u \in \overline{1, n} \quad (6)$$

Выразим первоначальные неизвестные через новые:

$$s_{iju} = x_{iu} b_{iju}, \quad i, j \in \overline{1, m}, u \in \overline{1, n}; \quad (7)$$

$$s_{jiu} = x_{ju} b_{jiu}, \quad i, j \in \overline{1, m}, u \in \overline{1, n}; \quad (8)$$

$$s_{i0u} = x_{iu} b_{i0u}, \quad i, j \in \overline{1, m}, u \in \overline{1, n}. \quad (9)$$

Используя (7) – (9), произведем в системе (5) замену неизвестных.

$$\sum_{j=1}^m (b_{iju} x_{iu}) - \sum_{j=1}^m (b_{jiu} x_{ju}) + b_{i0u} x_{iu} = z_{iu}, \quad i \in \overline{1, m}, u \in \overline{1, n} \quad (10)$$

Отсюда

$$(b_{i0u} + \sum_{j=1}^m b_{iju}) x_{iu} - \sum_{j=1}^m (b_{jiu} x_{ju}) = z_{iu}, \quad i \in \overline{1, m}, u \in \overline{1, n} \quad (11)$$

Из (2) следует, что $b_{i0u} + \sum_{j=1}^m b_{iju} = b_i$. Тогда окончательно имеем

$$b_i x_{iu} + \sum_{j=1}^m (b_{jiu} x_{ju}) = z_{iu}, \quad i \in \overline{1, m}, u \in \overline{1, n} \quad (12)$$

Система линейных уравнений (12) состоит из $m \times n$ уравнений с таким же числом неизвестных, т.е. разрешима. После ее решения первоначальные неизвестные находятся на основании соотношений (7) – (9).

Литература

1. Пугачев, А.И. Системный анализ перерабатывающего предприятия [Текст] / А.И. Пугачев // Компьютерные технологии в науке, практике и образо-



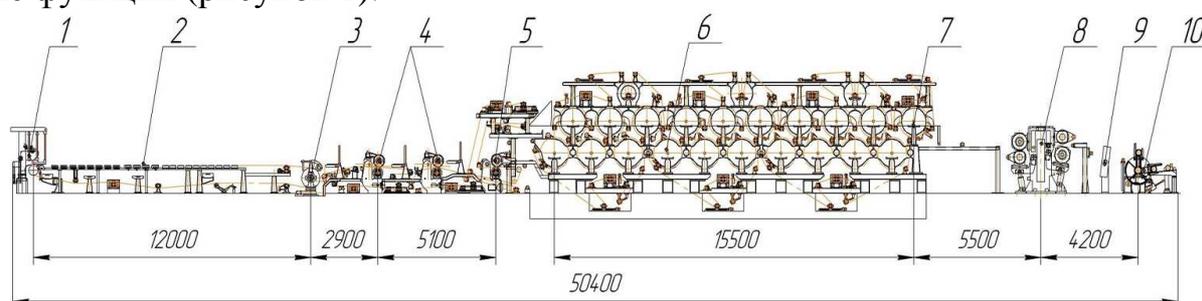
вании: труды седьмой Всероссийской межвузовской науч.-практич. конф. – Самара: СамГТУ, 2008. – с. 113-115. – ISBN 5978-5-7964-1172-8

М.С. Ревунов

МИНИМИЗАЦИЯ ДИСПЕРСИИ ВЕСА БУМАГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРОССКОРРЕЛЯЦИОННОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ

(Пензенский государственный университет, ООО “МАЯКТРАНСЭНЕРГО”)

Бумагоделательная машина (БДМ) состоит из отдельных частей, каждая из которых является функциональной подсистемой, выполняющей определенные функции (рисунок 1).



1 – Напорный ящик; 2 – Сеточный стол; 3 – Гауч-вал; 4 – Прямой пресс; 5 – Обратный пресс; 6 – Сушильная часть; 7 – Холодильный цилиндр; 8 – Машинный каландр; 9 – Сканер; 10 – Накат.

Рис. 1. Бумагоделательная машина

Вес квадратного метра бумаги является самым значимым ее свойством, от которого зависит ее применение. Чем меньше изменение веса, тем лучше считается бумага, поэтому необходимо точно регулировать вес бумажного полотна на бумагоделательной машине. Для производства качественной бумаги необходимо обеспечить одинаковую линейную плотность бумажного полотна, как в продольном, так и в поперечном направлении.

Стабилизация веса в поперечном направлении осуществляется с помощью изменения геометрии выпускной щели напорного ящика. Для этого к верхней планке щели из тонкой стали прикреплены штыри с червячными редукторами. Их количество определяет число зон регулирования веса бумажного полотна в поперечном направлении [1].

Равномерное распределение плотности бумажного полотна в продольном направлении зависит, главным образом, от однородности и объема бумажной массы, поступающей в напорный ящик. Для регулирования объема бумажной массы на соединительные трубы ставятся массные задвижки (граммовые вентили), управление которыми может осуществляться как вручную, так и с помощью специальных регуляторов [1].

Еще одним фактором (но уже неучтенным), влияющим на плотность бумажного полотна в продольном направлении, является соотношение скоростей движения сеточного стола и напуска бумажной массы на сетку.



Соотношение между скоростью напуска бумажной массы и скоростью сеточного стола выражается формулой:

$$k_m = v_m / v_c,$$

где v_m — скорость массы, поступающей на сетку, м/мин; v_c — скорость сетки, м/мин.

При заметном превышении скорости массы по отношению к скорости сетки могут образовываться наплывы массы на сетку, что приводит к ухудшению макроструктуры бумаги и снижению показателей прочности. При обратном соотношении увеличивается анизотропия бумажного листа. И в том и в другом случае затрудняется регулирование массы квадратного метра бумаги по длине полотна и возможность управления степенью ориентации волокон.

Практика показывает, что при выработке большинства видов бумаг v_m приблизительно равна или, что чаще, несколько меньше v_c .

Также установлено, что зависимость неравномерности просвета бумаги или дисперсии ее веса носит экстремальный характер от коэффициента k_m , достигая минимальных значений при $k_m = 1$.

В таблице 1 показано влияние соотношения скоростей массы и сетки на неравномерность просвета бумаги [1].

Таблица 1 – Влияние k_m на неравномерность просвета бумаги

Вид бумагоделательной машины	Значение k_m	Неравномерность просвета (отн. ед.)
Плоскосеточная бумагоделательная машина средней производительности	0,96	70
	0,98	65
	<u>1,00</u>	<u>63</u>
	1,02	66
	1,04	72
Бумагоделательная машина с двусторонним обезвоживанием (PapriFormer)	0,96	61
	0,98	59
	<u>1,00</u>	<u>56</u>
	1,02	58
	1,04	64

Для регулирования неравномерности просвета бумаги предлагается измерять скорость напуска массы, идущей из напорного ящика, с помощью кросскорреляционного метода, поддерживая k_m равным 1.

Функциональная схема бумагоделательной машины с регулятором соотношения скоростей представлена на рисунке 2.

Кросскорреляционный алгоритм (рисунок 3) состоит из следующих основных операций [2]:

- 1) разбиение изображений на расчетные области;
- 2) расчет кросскорреляционной функции и поиск ее максимума;
- 3) расчет вектора скорости.

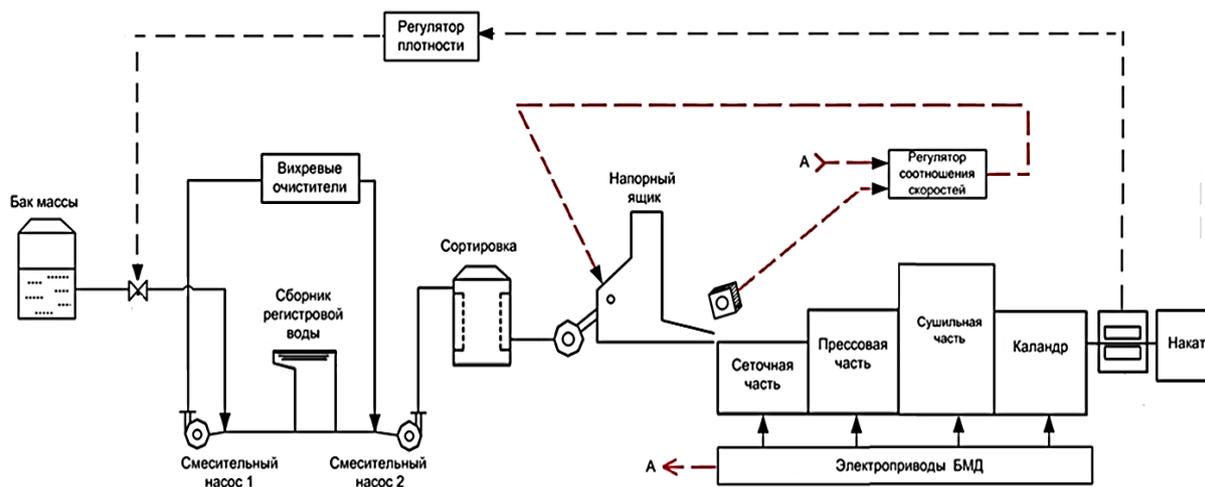


Рис. 2. Функциональная схема бумагоделательной машины

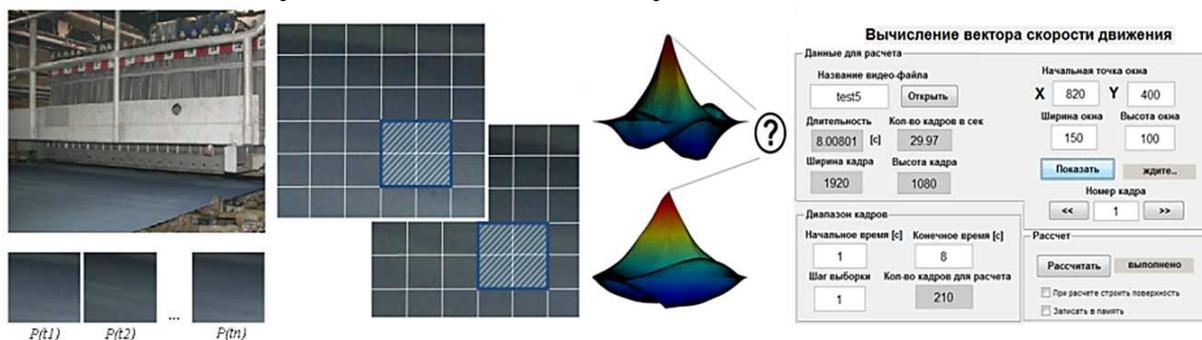


Рис. 3. Кросскорреляционный алгоритм

Литература

1. Комаров В.И. Технология целлюлозно-бумажного производства [Текст] / В.И. Комаров. – СПб: ВНИИБ, 2005.
2. Токарев М.П. Адаптивные алгоритмы обработки изображений [Текст] / М.П. Токарев. – Новосибирск: ИТ СО РАН, 2007.

Е.В. Симонова², А.А. Жилиев², А.Б. Иванов¹, П.О. Скобелев³, И.В. Майоров³

МУЛЬТИАГЕНТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПОТОКОВ ДАННЫХ В СЕТИ НАНОСПУТНИКОВ И НАЗЕМНЫХ СТАНЦИЙ

- (1 – École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne;
 2 – Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
 С.П. Королёва (национальный исследовательский университет);
 3 – Научно-производственная компания «Разумные решения», г. Самара)

Введение

В современной индустрии спутников наблюдается постепенный переход от традиционных сложных и тяжелых многофункциональных спутников – к созданию сетевых группировок легких космических аппаратов, способных в ближайшем будущем обеспечить предоставляемые в реальном времени серви-



сы для мобильных пользователей, например, для наблюдения за участками Земли из космоса [1].

Новизна сетевого подхода связана с тем, что каждый спутник, оставаясь автономным, получает возможность кооперироваться с другими спутниками, т.е. обращаться к ним за помощью, распределять задачи и дополнять друг друга. Взрыв интереса к построению таких «умных» сетей спутников обусловлен появлением технической возможности создания компактных, но в то же время, «умных» спутников, а также удешевлением их собственной стоимости и стоимости запуска.

Такие спутники разрабатываются частными и государственными компаниями, а также российскими и зарубежными университетами и исследовательскими центрами с целью проведения научных экспериментов и решения прикладных задач. Характерным примером подобных разработок является проект QB50 (www.qb50.eu), поддержанный Европейским космическим агентством и предполагающий создание орбитальной группировки из 50 наноспутников (весом до 10 кг), предназначенных для мониторинга состояния термосферы Земли [2].

Освоение космоса до сих пор проводилось индивидуальными спутниками и, в некоторых случаях, группировками спутников. Методы и алгоритмы планирования и контроля поведения сети спутников еще только становятся предметом исследований и разработок в научном мире.

Постановка задачи

В работе рассматривается группировка малоразмерных спутников, принадлежащих различным организациям (например, нескольким университетам) и ориентирующихся на передачу (прием) данных на свои наземные станции. Наноспутники представляют собой миниатюрные космические аппараты массой около 1-3 кг (*CubeSat*, 10x10x10-30 см). Запускаются обычно группой (кластером, облаком) на солнечно-синхронные орбиты (600-1200 км).

В настоящее время каждый спутник общается только с одной наземной станцией для передачи команд и получения данных. Наземная станция (*Ground Station*) содержит передатчик для передачи команд и приемник для получения данных со спутника, а также модем, компьютер и программное обеспечение, позволяющее следить за одним спутником и конвертировать аналоговый сигнал в цифровые данные. Такие наземные станции расположены по всему Земному шару крайне неравномерно, плотность их расположения в большинстве регионов недостаточна. Как правило, они принадлежат или энтузиастам радиолюбителям, или университетам, запустившим спутник. Характеристики станции: географические координаты, характеристики приемно-передающих устройств, загруженность (план работы), мощность центра хранения данных и другие. Если орбита спутников солнечно-синхронная, то продолжительность сеанса связи со станцией (окно приема/передачи данных) составляет примерно 10 минут, а сброс данных возможен не более 2-3 раз в сутки, причем основным ограничением является емкость батареи на спутнике. Задание на сброс данных состоит в



передаче заданного объема данных с определенного спутника в течение заданного интервала времени.

Суть предлагаемой разработки – дать возможность спутникам принимать или передавать данные и команды не только со своих, но и с чужих станций, что позволит более эффективно использовать созданную группировку. Например, если память одного из спутников полностью заполнена, то вместо прекращения измерений до момента передачи данных своей наземной станции, он мог бы сбросить информацию ближайшей к нему станции, которая отправит её по наземной сети требуемому адресату, и продолжить измерения. В этом случае должна быть построена сеть связанных между собой наземных станций приема/передачи информации, размещаемых в различных географических точках.

Задача системы – спланировать эффективный сброс данных со спутников в сети так, чтобы он произошел в требуемое время и с минимальной задержкой от момента заполнения памяти спутника. При этом система должна адаптивно корректировать построенное для каждой станции расписание с учетом возникающих событий: выхода спутника из строя, поломки оборудования станции, запроса от другой организации на прием данных от одного из спутников, изменения программы своего спутника и т. п. Если на одной из станций возникли непредвиденные события, ее задачи должны быть перераспределены между другими станциями сети.

Задача планирования передачи данных в сети наноспутников и наземных станций может быть сформулирована следующим образом. Требуется обеспечить максимизацию потока данных Φ в системе N наноспутников на горизонте времени T для M наземных станций:

$$\Phi = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N \int_0^T rate_{ij}(t) \cdot link_{ij}(t) \cdot visibility_{ij}(t) dt.$$

где $rate_{ij}(t)$ – скорость передачи данных от i -го спутника j -й наземной станции, $link_{ij}(t)$ – взаимная эффективность передачи данных от спутника к наземной станции, $visibility_{ij}(t)$ – взаимная видимость станции и спутника, зависящая от элементов орбиты и координат станции.

Скорость передачи данных зависит не только от параметров передатчика и приемника, но и от временных характеристик данных и их распределения по времени, которое, в свою очередь, зависит от задач, выполняемых спутником.

Поток данных для передачи на землю от каждого спутника можно представить в виде работ с определенным временем начала, предельным временем завершения, объемом и приоритетом. Таким образом, задача оптимизации может быть сведена к задаче планирования работ в сети ресурсов (наземных станций).

Описание мультиагентного подхода к решению задачи

Основой для решения данной проблемы могут выступать мультиагентные технологии, позволяющие решать сложные задачи за счет самоорганизации многих взаимодействующих (конкурирующих и кооперирующихся) агентов [3].



Спутники и станции могут быть оборудованы автономной бортовой мультиагентной системой, позволяющей планировать задачи в реальном времени, реагировать на возникающие события и взаимодействовать с другими станциями и спутниками. Эти системы могут взаимодействовать друг с другом и вести переговоры для кооперации в предоставлении своих сервисов.

Каждому спутнику сопоставляется агент спутника, в котором генерируются агенты работ (задач). Агент спутника стремится передать (запланировать) как можно больше своих работ на ресурсе, руководствуясь предпочтениями планирования для обеспечения максимальной скорости и экономии энергии.

Каждой наземной станции сопоставляется агент станции (ресурса). Цель наземной станции – наиболее плотное планирование работ с предпочтением планирования задач «своих» спутников и обеспечение минимизации простоя оборудования.

Для учета стоимостной компоненты вводится виртуальный рынок агентов, в котором все характеристики процессов и целевые функции выражаются через виртуальные денежные эквиваленты. Так, для каждой станции можно завести виртуальный счет, на который будут зачисляться бонусы, пропорциональные затраченному на прием времени, либо штрафы, если по какой-либо причине прием данных на станции невозможен в заданный момент времени. Накопленные бонусы можно использовать для заказа услуг от других станций.

Для описания необходимых агентам знаний используется онтологический подход, согласно которому знания должны быть отделены от программного кода системы и должны храниться в онтологии, представляющей собой сеть понятий и отношений предметной области [1].

Адаптивное планирование

Основные принципы предлагаемого метода адаптивного планирования могут быть сформулированы следующим образом:

- Каждая задача и ресурс получают своего программного агента, у которого ведется собственное расписание.
- Агент задачи определяет требования и ограничения на планирование в соответствии со своей трудоемкостью и предпочтительными сроками исполнения.
- Если при попытке планирования подходящий ресурс оказывается занятым другой задачей, то фиксируется конфликт, и начинаются переговоры по его разрешению путем перемещения задач на другое время или ресурс.
- В ходе переговоров возможны варианты, когда очередная задача будет назначена на менее подходящий ресурс, либо уже запланированная задача будет переназначена на другой ресурс или сдвинется в расписании текущего ресурса.
- Решающим правилом для утверждения изменения плана является условие превосходства суммы всех улучшений над суммой всех ухудшений, вызванных новым событием.



- Даже после решения своей задачи каждый агент не останавливается, а продолжает пытаться улучшить свое положение.

Таким образом, итоговый план строится как динамическое равновесие интересов агентов задач, которые ведут переговоры о своем положении в расписании ресурсов и планируют свою работу за счет сдвигов, исходя из допустимых отклонений моментов начала выполнения задач от предпочитаемого времени.

Заключение

Построенная система будет отличаться высокой масштабируемостью и возможностью оперативного реагирования на возникающие события. Динамическое поддержание расписания в процессе переговоров агентов спутников, работ и ресурсов позволит учитывать меняющиеся внешние условия, связанные с изменением условий передачи данных, параметров орбиты, отказом оборудования спутников, перегрузкой каналов связи и др.

Литература

1. Соллогуб А. В., Скобелев П. О., Симонова Е. В., Царев А. В., Степанов М. Е., Жилиев А.А. Интеллектуальная система распределенного управления групповыми операциями кластера малоразмерных космических аппаратов в задачах дистанционного зондирования Земли // Информационно-управляющие системы. – 2013. №1(62). – С. 16–26.
2. QB50, an EP7 Project. – Режим доступа: <https://www.qb50.eu>
3. Соллогуб А. В., Скобелев П. О., Симонова Е. В., Царев А. В., Степанов М. Е., Жилиев А.А. Мультиагентные технологии распределенного управления группировкой малоразмерных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли // Информационное общество. – 2013. №1-2. – С. 58–68.

Т.Г. Султанов

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЯ КАЧЕСТВА СЕТЕВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЙ ДОСТУПНОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Задача анализа качества обслуживания – (Quality of Service) – QoS в современных сетях с каждым годом становится все более востребованной [2]. Под качеством обслуживания понимают способность сети обеспечить разный уровень приоритетов различным приложениям, а также вероятность гарантии определенного уровня производительности для потока данных. В настоящее время вместе с планомерным увеличением скоростей передачи данных в телекоммуникациях увеличивается доля интерактивного трафика, крайне чувствительного к параметрам среды транспортировки. Современные Интернет-провайдеры предлагают сервис, обеспечивающий заданный уровень качества



обслуживания. В результате наблюдается заметный рост, как пользователей, так и широкого спектра приложений. Для достижения этого Интернет-провайдеры должны тщательно управлять резервированием и распределением сетевых ресурсов для гарантированного выполнения необходимых требований. В зависимости от предоставляемого уровня качества обслуживания формируется стоимость сервиса для конечного пользователя. В связи с этим обеспечение требований для достижения заданного уровня качества обслуживания является одним из ключевых направлений в сетевых технологиях на сегодняшний день.

В сетях с коммутацией пакетов четырьмя параметрами, характеризующими QoS, являются: пропускная способность канала [3], задержка пакета, процент потери пакетов при прохождении по сети и сетевой джиттер. Требования к величине каждого из вышеописанных параметров для заданного сервиса формируют различные классы качества обслуживания. Гарантии выполнения требований качества обслуживания [4] играют большую роль в случаях, когда пропускной способности сети недостаточно, например, для приложений реального времени, обеспечивающих передачу аудио и видео контента, онлайн-игр и IP-телевидения, так как они требуют фиксированной скорости передачи и довольно чувствительны к задержкам. Следует отметить, что в сотовых сетях передачи данных, где пропускная способность является ограниченным ресурсом, предоставление заданного уровня качества обслуживания является приоритетной задачей.

В настоящей работе наиболее актуальной задачей является поиск критерия, разграничивающего классы качества обслуживания в современных сетях. Решение данной задачи позволяет проверить соответствие теоретически рассчитанных классов качества обслуживания фактически предоставляемому сервису.

В работе [1] было показано, что доступную пропускную способность (ДПС) для составных каналов можно рассчитать с помощью следующего выражения:

$$B_{av} = \frac{W_2 - W_1}{D_2 - D_1}, \quad (1)$$

где D_1, D_2 – задержки первого и второго пакетов соответственно, [с];
 W_1, W_2 – размеры первого и второго пакетов соответственно, [бит].

Для решения вопроса о применимости модели была найдено выражение, позволяющее оценить ошибку в измерении доступной пропускной способности в зависимости от точности измерения задержки [5]:

$$\eta = \frac{\Delta B}{B} = \frac{2\delta D}{D_2 - D_1}, \quad (2)$$

где η – относительная погрешность измерения доступной пропускной способности; ΔB – абсолютная погрешность измерения доступной пропускной способности, бит/с; δD – точность измерения задержки пакета, с.



Уравнение (2) позволяет решить вопрос о разграничении классов обслуживания трафика. Следует отметить, что точность измерения задержки пакетов δD , разница в их величине $W_2 - W_1$, есть величины постоянные. С помощью несложных преобразований получим следующее соотношение:

$$\Delta B_i = B_i^2 \cdot C, \quad (3)$$

где $C = \frac{2 \cdot \delta D}{W_2 - W_1}$ – константа, а $i = \overline{1, n}$, где n – число классов обслуживания.

Таким образом, классы обслуживания должны различаться величиной ДПС таким образом, что разница между ДПС соседних классов должна быть пропорциональна квадрату ДПС текущего класса.

Однако данный критерий недостаточно удобен для применения на практике, так как при настройке реальных систем применяются ограничения, накладываемые на задержку. Если предположить, что разница между классами описывается функцией $f(D, j, p, B)$, зависящей от параметров качества обслуживания (D – общая задержка пакета, j – величина джиттера, p – процент потери пакетов, B – доступная пропускная способность), то можно определить данные ограничения. Учитывая, что произведение $B_i \Delta D_i$ остается неизменным независимо от класса обслуживания, то в таком случае функцию $f(D, j, p, B)$ можно определить как:

$$f(D, j, p, B) = CB_i D_i = const \quad (4)$$

Следовательно, величина разницы между значениями задержек пакетов соседних классов, есть величина постоянная. Стоит отметить, что речь идет об абсолютных значениях задержки, которые задаются для каждого из классов. Для поиска значения $f(D, j, p, B)$ воспользуемся функцией распределения $F(D)$ для задержки из работы [26]. Если предположить, что в высший класс QoS попадает θ процентов пакетов, где $F(D) = \theta$, то в этом случае $f(D, j, p, B)$ можно определить как:

$$f(D, j, p, B) = -j \ln(1 - \theta), \quad (5)$$

где j – величина джиттера.

Таким образом, располагая величиной необходимого процента пакетов, который должен попадать высший класс, можно рассчитать величину разницы между значениями задержек пакетов соседних классов. Это и есть найденный нами основной критерий разграничения ДПС между классами QoS.

Для проверки критерия разграничения классов обслуживания был проведен эксперимент в симуляторе NS-2, имитирующий работу сети с несколькими классами обслуживания. В процессе имитации передаются пакеты разной величины для того, чтобы можно было измерить доступную пропускную способность с помощью методики, предложенной ранее. Имитировалась передача пакетов размеров – 150Б и 100Б для каждого класса. Емкость каждого канала передачи данных равна 100 Мбит/с, минимальная величина задержки – 1 мс. Длительность симулирования задана равной 10 с. Точность измерения задержки



δD для симулятора NS-2 равна 10^{-6} с. Значение ADC для каждого последующего класса устанавливается на 0,5 мс больше, в то время как параметры ALC, RDC и RLC не задаются. Параметры классов обслуживания для проводимого эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры классов обслуживания в NS-2 симуляторе:

Номер класса обслуживания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ADC, мс	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5

По результатам симулирования рассчитаны средние значения задержек передачи пакетов разной величины для каждого класса обслуживания, а также значения доступной пропускной способности (согласно формуле (1)). Стоит отметить, что для проверки критерия была рассчитана разница ΔB_i между ДПС соседних классов согласно формуле (3), а также найдена фактическая величина ΔB_i^{exp} , полученная на основе экспериментальных данных. Результаты данных расчетов представлены в таблице 2.

Исходя из представленных в таблице 2 результатов расчета, очевидно, что при увеличении абсолютных ограничений задержки в NS-2 симуляторе, наблюдается уменьшение величины ДПС при переходе от одного класса к другому. При этом величина разницы ДПС между соседними классами, полученная в ходе экспериментов ΔB_i^{exp} , хорошо согласуется с расчетной величиной разницы ДПС между соседними классами ΔB_i . Проведенные расчеты свидетельствуют о том, что разница между ДПС соседних классов должна быть пропорциональна квадрату ДПС текущего класса. При этом величина абсолютного значения задержки для каждого класса устанавливалась с шагом 0,5 мс, то есть $f(N) = 0,5$ мс. Таким образом, согласно предлагаемому критерию становится возможным вводить классы обслуживания, обеспечив строгое выполнение требований SLA к величине ДПС.

Таблица 2 – Расчеты для критерия разграничения доступной пропускной способности:

Номер класса обслуживания	D_i^l , мс	D_i^r , мс	C , с/Мбит	B_i , Мбит/с	ΔB_i^{exp} , Мбит/с	ΔB_i , Мбит/с
1	5,067	5,026	0,005	9,75610	0,45377	0,47591
2	5,401	5,358	0,005	9,30233	0,41344	0,43267
3	5,851	5,806	0,005	8,88889	0,37825	0,39506
4	6,632	6,585	0,005	8,51064	0,34737	0,36215
5	6,867	6,818	0,005	8,16327	0,32013	0,33319
6	7,510	7,459	0,005	7,84314	0,29597	0,30757
7	8,129	8,076	0,005	7,54717	0,27444	0,28480
8	8,457	8,402	0,005	7,27273	0,25518	0,26446
9	8,866	8,809	0,005	7,01754	0,23788	0,24623
10	9,425	9,366	0,005	6,77966	---	---



Литература

1. Сухов, А.М. Методика определения доступной пропускной способности IP-соединения на основе измерений для пакетов различного размера [Текст] / Т.Г. Султанов, А.М. Сухов, Д.Ю. Полукаров // Электросвязь – М., №11, 2012. - С. 39-42.
2. Тарасов, А.В. Качество обслуживания в современных сетях / А.В. Тарасов // Провайдинг России [Электронный ресурс], URL: <http://www.hub.ru/modules.php?name=Pages&op=showpage &pid=141> (дата обращения 20.02.2013).
3. Dovrolis, C. Packet-Dispersion Techniques and a Capacity-Estimation Methodology [Text] / C. Dovrolis, P. Ramanathan, D. Moore // IEEE/ ACM Transactions on Networking. – December 2004. –Vol.12, №6. – pp. 963–977.
4. Ferrari, D. Charging For QoS [Text] / D. Ferrari, L. Delgrossi // IEEE/IFIP IWQOS 98 keynote paper, Napa, CA, May 1998.
5. Sultanov, T.G. Simulation technique for available bandwidth estimation 2010 [Text] / A.M. Sukhov, T.G. Sultanov //In Proc. IEEE European Modeling Symposium 2010, November 2011, pp. 490-495.

Т.Б. Халитова, Р.Ф. Маликов, М.В. Аккужин

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ В СРЕДЕ MVSTUDIUM

(Башкирский государственный педагогический университет
им.М.Акмуллы)

Визуальное (графическое) программирование - программирование, при котором разработка ведется при помощи визуальных объектов. Вместе с определением визуального программирования рассматриваются такие понятия как:

- графический язык программирования – язык программирования со своим синтаксисом;
- визуальные средства разработки – средства проектирования интерфейсов.

Языки визуального (графического) программирования классифицируются в зависимости от типа и степени визуализации на такие типы, как:

- языки на основе объектов – визуальная среда программирования представляет графические элементы, которые управляются интерактивным способом в соответствии с некоторыми правилами;
- языки с интегрированной средой разработки, в которых для проектирования интерфейса применяются формы, с возможностью настройки их свойств(Delphi, C++ Builder).
- языки схем – основаны на идее «фигур и линий», которые рассматриваются как субъекты и соединяются линиями, представляющие отношения.

В визуальном программировании используются специальные объемные и плоские графические среды, то есть 3D и 2D моделирование. А также важно то,



что программирование происходит на алгоритмическом уровне с разветвленными программными «структурами» типа блок – схем.

Визуальное моделирование – процесс создания объекта, при котором наблюдается изменение его формы при внесении начальных данных.

Визуальное моделирование является методом, применяемым в разработке ПО, который:

- использует графовые модели для визуализации ПО;
- предлагает моделировать ПО с разных точек зрения;
- может применяться в разработки и эволюции ПО, а также в различных видах деятельности по его созданию.

Языки визуального моделирования (или визуальные языки) – это формализованные наборы графических символов и правила построения из них визуальных моделей.

Средства, реализующие языки и методы визуального моделирования, бывают двух видов – универсальные и предметно-ориентированные.

Универсальные инструменты являются коробочными и многофункциональными пакетами, предназначенными для анализа и проектирования ПО «вообще», то есть без какой-либо специализированной ориентации.

Предметно-ориентированные программные инструменты поддержки визуального моделирования предназначены для определенных областей разработки ПО и тоже могут быть коробочными [1].

MvStudium – среда для исследования и моделирования сложных динамических систем. Позволяет быстро создавать визуальные интерактивные модели многокомпонентных непрерывных, дискретных и гибридных (непрерывно-дискретных) систем и проводить с ними активные вычислительные эксперименты.

Реализация модели, его визуализация и управление результатами не требует написания программного кода, так как модели описываются математическими уравнениями. Например, для описания непрерывной системы используются дифференциально-алгебраические уравнения, а дискретной и гибридной – визуальные карты поведений, являющиеся расширением карт состояний UML. MvStudium поддерживает объектно-ориентированное моделирование и возможность создания пользователем своих собственных компонентов с использованием входного языка. Поддерживается 2D и 3D-анимация.

Задачи, которые решает пакет MvStudium:

- поддерживает интерфейс пользователя для создания математической модели исследуемой системы, а также обеспечивает контроль корректности этой модели;
- обеспечивает автоматическое построение компьютерной модели, соответствующей заданной математической;
- обеспечивает корректное проведение активного вычислительного эксперимента с компьютерной моделью на уровне абстракции математической модели.



Компьютерная модель включает в себя выполняемую модель в совокупности с операционной системой и аппаратной частью компьютера и представляет собой уже некоторое физическое устройство, способное имитировать моделируемую систему в реальном мире.

Пакет MVS позволяет создавать выполняемые модели двух видов:

- 1) визуальную выполняемую модель;
- 2) «скрытую» выполняемую модель.

В визуальную выполняемую модель помимо минимального ядра исполняющей системы включены средства поддержки визуализации результатов и активного вычислительного эксперимента. Эти средства включают в себя средства построения временных и фазовых диаграмм, окон 2D и 3D-анимации (в т.ч. интерактивных), визуализацию динамики карт поведений, а также отладочные средства, поддерживающие останов по заданному условию, по входу в заданное состояние или по срабатыванию перехода. Визуальная модель оформляется как самостоятельная выполняемая программа.

«Скрытая» выполняемая модель не содержит никаких средств визуализации и оформляется как динамическая библиотека (DLL). «Скрытая» выполняемая модель актуальна для использования в составе других приложений, поддерживающих свою собственную визуализацию.

MvStudium широко применяется в таких дисциплинах, как:

1. Вычислительный анализ.
2. Объектно-ориентированное моделирование.
3. Теория автоматического управления.
4. Теория машин и механизмов.
5. Химико-технологические аппараты.
6. Имитационное моделирование.

Пакет MvStudium разработан исследовательской группой «Моделирование сложных динамических систем» при факультете Технической Кибернетики Санкт-Петербургского Государственного Политехнического Университета. Также разработчики позаботились о выпуске серий учебников по моделированию систем в MvStudium, авторами которых являются Колесов Ю.Б., Инихов Д.Б, Сениченков Ю.Б. Но единой информационной системы по изучению данного пакета в электронной форме нет. Поэтому разработка электронного пособия на много упростило бы изучение этой среду в учебном процессе.

Разработка электронного учебника по визуальному моделированию в среде MvStudium содержит следующие этапы:

1. Аналитический этап – содержит планирование, построение информационной модели, определение основных задач и целей обучения;
2. Стратегический этап – определение стратегий обучения;
3. Подготовительный этап – включает выбор источников, разработку содержания и т.д.;
4. Технолого-конструкторский этап – реализация программного продукта;
5. Этап внедрения;



б. Диагностико-прогностический этап – выявление качества программного продукта и анализ обратной связи пользователя и разработчика.

Для успешного использования электронного учебного пособия в процессе обучения он должен содержать блоки:

- теоретического материала;
- практических заданий;
- используемых приложений;
- контроля знаний. [2]

В настоящее время на практике применяются три основные технологии проектирования ЭУК: проектирование на языке программирования высокого уровня (в сочетании с технологиями баз данных), гипертекстовые технологии, проектирование с помощью специализированного инструментального средства.

Гипертекстовая технология – ЭУК представляет собой гипертекстовый документ, с включением динамического гипертекста. Для его создания используются языки HTML, JavaScript, VBScript, Perl, PHP и дополнительные программные средства, облегчающие сам процесс разработки учебника: визуальные редакторы, компиляторы гипертекста и т.п. Преимуществом электронного учебника, созданного на основе данной технологии, является платформенная независимость полученного продукта, а также универсальность его способа представления обучаемым: он может быть записан на дискеты или компакт-диск, распространяться по сети Интернет или в локальной сети учебного заведения.

Электронное пособие по среде визуального моделирования MvStudium (рис.1) разработано с целью предоставления структурированной информации о визуальном моделировании, моделировании физических и сложных динамических систем, знакомства со средой MvStudium и выполнения в ней практических работ.

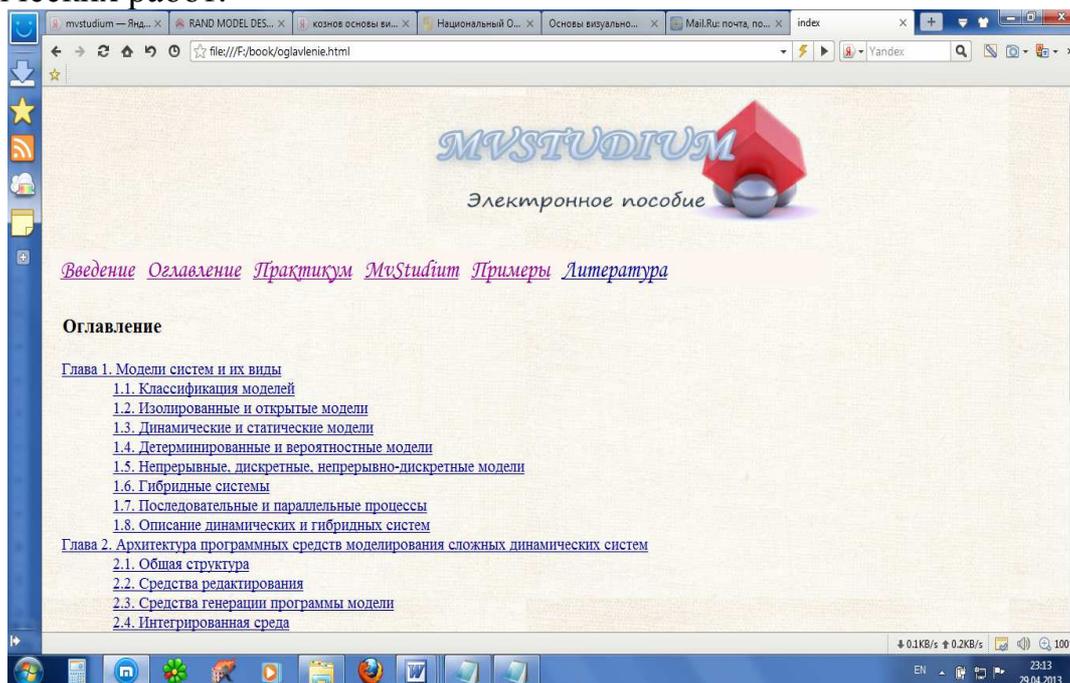


Рис. 1. Оглавление ЭП



Глава 1 описывает все виды моделей, которые разрабатываются в среде MvStudium. Глава 2 рассматривает и обосновывает архитектуру инструментальных программных средств автоматизации системно-аналитического моделирования гибридных систем. Глава 3 описывает компонентное моделирование физических систем. Практическая часть содержит лабораторные работы и задания для самостоятельного выполнения. В разделе примеры описаны некоторые модели, которые создаются в этой среде.

Литература

1. Вуль, В.А. Электронные издания [Текст] / В.А.Вуль. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 553с.
2. Кознов, Д.В. Основы визуального моделирования: учеб. пособие [Текст] / Д.В. Кознов– М.: Бином, 2008. – 248с.
3. Колесов, Ю.Б. Объектно-ориентированное моделирование сложных динамических систем [Текст] / Ю.Б. Колесов. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. – 240 с.
4. Википедия [электронный ресурс] / Визуальное программирование. – URL: <http://ru.wikipedia.org>
5. Википедия [электронный ресурс] / Создание электронного учебного пособия. – URL: <http://ru.wikipedia.org>

А.А. Царёв, А.Ю. Привалов

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕВОГО ТРАФИКА В СОВРЕМЕННЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Современные сетевые приложения, такие как видеоконференций, интернет-телефонии, распределенные вычисления и др. используют методы пакетной передачи данных. Исследование трафика сетей с пакетной передачей данных за последние более чем полтора десятка лет, показали, что сетевой трафик является самоподобным или фрактальным [1], т.е. выглядит качественно одинаково при почти любых масштабах временной оси. Оказалось, что в случае самоподобного трафика методы расчета параметров современных компьютерных сетей (пропускной способности каналов, емкости буферов и др.), основанные на пуассоновских моделях и формулах Эрланга, которые с успехом используются при проектировании телефонных сетей, дают неоправданно оптимистические решения и приводят к недооценке реальных потребностей в сетевых ресурсах.

По причинам, описанным выше, для моделирования самоподобного сетевого трафика вместо классических методов будет использоваться имитационное моделирование. В данной работе рассматриваются модификации двух моделей для имитации трафика: классической модели систем массового обслужи-



вания «Input M/G/∞» и модели «On-Off Sources». Данные модели были реализованы в системе имитационного моделирования Omnet++ на языке C++ и NED Language.

Модель «Input M/G/∞» характеризуется постоянным наличием возникающих в каждый временной интервал источников трафика, которые работают определенное количество времени, задаваемым в момент возникновения источника. Каждый из источников производит некоторое количество пакетов информации в один временной интервал. Модель «On-Off Sources» является чередующимся фрактально возобновляющимся процессом, относящимся к FARIMA-процессам (fractional autoregressive integrated moving average). В рамках данной модели существует фиксированное количество источников трафика, каждый из них то работает, генерируя пакеты информации (On - состояние), то «молчит» (Off - состояние). Каждый источник, как и в предыдущей модели, обладает определённой скоростью генерации информации, возможно, различной в разных On-периодах. В обеих моделях в каждый временной интервал трафик определяется как суммарный объём всех пакетов, присутствующих в системе. Источники трафика считаются независимыми, для упрощения построения вычислительных алгоритмов параметров модели.

Модели «Input M/G/∞» и «On-Off Sources» в целом схожи между собой. Основное различие между ними, прежде всего в том, что в первой из них в системе в определенный момент времени может находиться бесконечное количество источников, во второй же количество источников строго ограничено.

Цель работы определить, достаточно ли точно с помощью данных моделей удастся моделировать современный сетевой трафик, учитывая свойство самоподобия, чтобы использовать их на практике для прогнозирования поведения трафика.

В работе используются трассы интернет трафика, распространяемые организацией CAIDA [2]. Эти наборы данных содержат трассы, получаемые с двух высокоскоростных мониторов организации, начиная с апреля 2008 года. Трассы анонимизированы с помощью системы CryptoPan, т.е. из них удалены все данные, позволяющие каким-либо образом идентифицировать источник. Сетевая карта Endace, используемая для регистрации трафика фиксирует время поступление пакетов с точностью до наносекунд. Однако анонимные трассы хранятся в файлах формата pcap и точность времени урезана до микросекунд. Файлы этого формата можно прочитать с помощью таких программ, как Coral-Reef, Software Suite, tcpdump, WireShark и др. В данной работе важно время прибытия пакета и его размер, а так же среднее время передачи одного пакета, которое можно рассчитать на основе данных, представленных на официальном сайте организации. Поэтому из файла формата pcap (где много другой информации о пакетах) делается файл формата tl, который хранит записи со временем прибытия пакета с точностью до микросекунд и размером пакета в байтах.

Для моделирования трафика с помощью моделей, указанных выше, требуются такие объекты, как одномерное распределение вероятностей времени



жизни источников для модели «Input M/G/∞» (или ON и OFF периодов для модели «On-Off Sources»), одномерное распределение вероятностей скорости источников, интенсивность появления новых источников (только для «Input M/G/∞») и другие.

Чтобы рассчитать данные объекты нужно проанализировать натуральный трафик, записанный в файле формата t1. Для упрощения анализа натурального трафика, представленного «непрерывным» (с некоторой точностью) случайным процессом, нужно его дискретизировать по времени и квантовать по значению. В результате получим дискретный случайный процесс, по которому определим основные характеристики: его одномерное распределение вероятностей, выборочное среднее, выборочную дисперсию, нормированную АКФ и параметр Херста. Оценка параметра Херста проводится методом частичных дисперсий [3].

Далее производился расчёт упомянутых выше объектов: интенсивности появления новых источников и распределения вероятностей скорости источника по алгоритму, описанному в [4]. В качестве распределения вероятностей времени жизни источников (а также для ON периодов «On-Off Sources») использовалось Парето-подобное распределение. Для OFF периодов модели «On-Off Sources» использовалось распределение Пуассона. После того, как модели генерируют трафик (который так же получается «непрерывным»), он так же проходит процедуру дискретизации, квантования и расчёта основных характеристик.

Модели «Input M/G/∞» и «On-Off Sources» позволяет получать самоподобный трафик с высокой степенью близости одномерного распределения к распределению натурального трафика. АКФ, параметр Херста, выборочное среднее и выборочная дисперсия для смоделированных трасс так же получаются достаточно близкими к характеристикам натурального трафика.

Литература

1. Городецкий, А.Я. Фрактальные процессы в компьютерных сетях [Текст] / А.Я. Городецкий, В.С. Заборовский // Изд-во СПбГТУ. – СПб., 2000. – 102 с.
2. Сайт CAIDA [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.caida.org>.
3. Park, K. Self-similar Network Traffic and Performance Evaluation [Text] / K. Park, W. Willinger., Ed. Wiley // John Wiley & Sons Inc. – New-York, 2000. – 556 p.
4. Баева, М.В. Некоторые подходы к моделированию самоподобного сетевого трафика [Текст] М.В. Баева, А.Ю. Привалов // Радиотехника. – М., 2007. – С. 81-84.



В.Л. Юмашев

МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РИЕЛТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ КОНДИЦИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В МНОГОАКТОРНОЙ СРЕДЕ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В современных экономических системах часто встречаются случаи, когда множество субъектов (акторов) взаимодействуют друг с другом, причем каждый из них достаточно независим в принятии решений. Над всем сообществом акторов может присутствовать управляющий центр, основная задача которого формировать «правила игры» без использования прямых указаний актерам. Примером такой многоакторной системы является рынок недвижимости, где действуют независимые риелторы, представляющие интересы продавцов (риелторы-продавцы) или покупателей (риелторы-покупатели).

Одним из методов управления в многоакторных системах является принцип кондиционального управления – управления обстоятельствами. Основная идея кондиционального управления состоит в том, что один из двух взаимодействующих акторов создает другому условия (обстоятельства) таким образом, чтобы простимулировать последнего действовать в интересах первого. При рассмотрении рынка недвижимости с множеством риелторов (акторов) принимается следующая модель их взаимодействия.

На рынке в произвольный момент времени появляются объекты недвижимости, которые в терминах модели будут называться «информационными объектами» (ИО). Каждый ИО обладает рядом характеристик. ИО поступают актерам-продавцам. Акторы-продавцы в свою очередь по какому-то плану предъявляют ИО актерам-покупателям. Акторы-покупатели в свою очередь предъявляют к характеристикам ИО определенные требования. Для интегральной оценки соответствия ИО требованиям вводится понятие релевантности [1, 2], обозначаемой R . Чем выше релевантность, тем выше интерес покупателя к ИО и тем выше вероятность покупки. В случае покупки ИО переходит от актора-продавца к актору-покупателю и выводится из модели, что соответствует уходу купленного объекта недвижимости с рынка. Актор-продавец предлагает актору-покупателю ИО не по одному, а группами (в терминах модели – представлениями). Состав представлений и время предъявления представлений выбирается актором-продавцом по определенной стратегии.

При взаимодействии с покупателем продавец может создавать дополнительные условия, влияющие на принятие решения покупателем. Например, покупателю могут быть предъявлены несколько ИО с недостатками или просто недостаточно подходящие под требования, и вместе с ними в том же представлении могут быть предъявлены ИО, подходящие по релевантности. В этом случае подходящие ИО смотрятся более выгодно для покупателя, чем в случае их



предъявления в составе схожих по характеристикам. Кроме того, при предъявлении нескольких схожих и подходящих ИО продавец может получить со стороны покупателя эффект «глаза разбежались» и как следствие затруднения в принятии покупателем решения о покупке. Другое обстоятельство, которое может быть использовано продавцом, - «сталкивание лбами» покупателей. В этом случае интерес к ИО искусственно повышается, если покупатель видит интерес к этому же ИО со стороны других покупателей.

Кроме того сама стратегия взаимодействия покупателя с продавцом может быть построена по-разному.

Помимо указанных обстоятельств продавец может варьировать временными параметрами: временем предъявления, повторными вхождениями ИО в разные представления, интервалом между повторными предъявлениями ИО и др.

Таким образом, управляемые актором-продавцом обстоятельства можно условно разделить на «временные» и «пространственные». К пространственным обстоятельствам относится управление составом представлений, «эффект выпячивания» наиболее подходящих ИО на фоне неподходящих, «эффект сталкивания лбами».

Была проведена серия экспериментов, чтобы показать, каким образом управление обстоятельствами помогает улучшать показатели продаж, а так же, чтобы выяснить, какой тип риелтора-продавца наиболее успешен. Исследование проводится методами имитационного моделирования с использованием системы AnyLogic. Представлены две модели.

В первой модели исследуется влияние «пространственных» обстоятельств на долгосрочные результаты деятельности продавца: «эффект выпячивания» и «эффект сталкивания лбами». В состав модели входят: акторы-продавцы, акторы-покупатели, ИО, генератор ИО (для имитации появления ИО на рынке). У поступающих продавцу ИО задается единственный параметр – релевантность (R_k) для того или иного покупателя.

Чтобы точнее смоделировать процесс покупки используется не пороговый характер принятия решения – «подходит – купил, не подходит – не купил» – а вероятностный характер: чем выше значение релевантности ИО, тем выше вероятность покупки P_{buy} . То есть в модели считается, что сомнения в целесообразности покупки остаются всегда, и вероятность покупки при росте релевантности стремится к 1, но не достигает ее. Единственный внутренний фактор, влияющий на решение о покупке – это релевантность:

$$P_{buy,i} = f_i(R_k)$$

В первой модели формирует представления исходя только из релевантности. Результаты работы продавца оцениваются по количеству проданных ИО за какой-то промежуток модельного времени. Делаются три группы прогонов модели:

- в первой группе прогонов продавец формирует представления так, что релевантность представленных в них объектов примерно равномерная;



- во второй группе прогонов продавец формирует представления так, что покупателю показываются только наиболее релевантные из имеющихся объектов;
- в третьей группе прогонов используется «эффект выпячивания», то есть в представление включаются несколько объектов с низким уровнем релевантности, составляющих «фон» и 2-3 объекта с релевантностью выделяющейся из общей группы.

В результате прогонов выясняется, что наилучшим образом продажи идут в третьей группе прогонов. Остается наименьшее количество нереализованных объектов. Во второй группе прогонов остается наибольшее из трех групп число нереализованных объектов.

Во второй модели у информационных объектов задаются отдельные характеристики (а не сразу интегральная оценка в виде релевантности) в виде множества значений отдельных параметров

$$T_k = \{\tau_{i, k}\}, i=1...n$$

и стоимость C_k . В качестве параметров выступают потребительские характеристики: этаж объекта, этажность дома, параметры санузла, развитость инфраструктуры в районе, близость транспортных путей, удобство парковки, престижность района и т.п.

Актор-продавец продает объекты с какой-то наценкой, то есть $(C_k + X\%)$. Акторы-покупатели в свою очередь предъявляют требования к характеристикам ИО и его стоимости. Требования к ИО задаются так же множеством желаемых параметров T_m . Решение о покупке имеет вероятностный характер и принимается на основании соответствия множеств параметров (релевантности R), а также соответствия стоимости ИО с наценкой продавца желаемой стоимости.

$$P_{buy.2} = f_2(R_{km}(T_k, T_m), C_k)$$

В модели проводятся эксперименты с тремя типами акторов-продавцов:

- «жадный» старается максимизировать свою выгоду от каждой сделки; для чего находит для каждого покупателя наилучший вариант, который при этом является максимальным по цене;
- «активный» старается продать все имеющиеся объекты, не обращая внимания на то, что требуется покупателю, что позволяет ему предъявлять в единицу времени больше объектов, но при этом удовлетворенность покупателей меньше, чем у «жадного»;
- «разумный» (с учётом принципов кондиционального управления) руководствуется определенным планом предоставления доступа к информации об ИО, в котором в рамках существующего выбранного объема решений покупатель выбирает те объекты, которые максимально соответствуют его интересам; в этом случае удовлетворенность покупателей будет выше, чем удовлетворенность покупателей «активного» продавца, но ниже, чем «жадного», однако объектов будет продано больше.

Стратегии формирования представлений акторами-продавцами представлены в таблице ниже. С использованием имитационного моделирования было



показано, что наилучшие результаты продаж имеет актер-продавец, следующий «разумной» стратегии.

Таблица 1

Время	«жадный»		«активный»		«разумный»	
	C_k	R_{km}	C_k	R_{km}	C_k	R_{km}
$t \downarrow$	макс.	макс.	средн.	средн.	мин.	макс.
	макс.	средн.	средн.	больше	больше	меньше
	макс.	мин.	средн.	мин.	средн.	больше

Дальнейшая модификация второй модели предполагает изменение порогового характера значения параметра «стоимость» на вероятностный: уменьшение стоимости ИО при прочих равных условиях (неизменных T_k и T_m) влияет на вероятность принятия решения так, как если бы объект лучше подходил под требования покупателя, или же просто ослабляет требования к ИО. И наоборот: при повышении стоимости ИО покупатель желает более точного соответствия ИО предъявляемым требованиям.

Литература

1. Иващенко А.В. Управление согласованным взаимодействием пользователей интегрированной информационной среды предприятия. Самара: СНЦ РАН, 2011. – 100 с.
2. Иващенко А.В., Юмашев В.Л. Модель риелтора в задачах управления согласованным взаимодействием в интегрированной информационной среде предприятия // Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении (ПИТ 2012) / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2012. – с.199-203

Л.В. Яблокова¹, Е.Ю. Булдыгин¹, Д.Л. Головашкин²

ЗАДАНИЕ ПАДАЮЩЕЙ ВОЛНЫ ПО ТЕХНОЛОГИИ TF/SF ПРИ СОГЛАСОВАННОМ РАЗНОСТНОМ РЕШЕНИИ УРАВНЕНИЙ ДАЛАМБЕРА И МАКСВЕЛЛА

(¹Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет),
² Институт систем обработки изображений РАН)

Введение

Моделирование распространения излучения через оптический элемент кроме наложения сеточной области и записи на ней разностных уравнений требует задания приходящего извне поля, падающего на элемент.

Непосредственное использование модели жёсткого источника (вполне приемлемой в одномерном случае) в двумерном варианте оказывается неудачным, при необходимости корректной работы с отраженной от оптического эле-



мента волны. Наиболее популярным приемом в этом случае является задание падающей волны по технологии TF/SF, связанной с искусственным разделением поля на результирующее (в оптическом элементе и его непосредственной окрестности) и рассеянное (в остальной области). Выражения, описывающие указанное разделение полей, содержат слагаемые с аналитически (или численно) заданным падающим полем. Таким образом, происходит учет последнего. Так как оба поля подчиняются уравнениям Максвелла, то, для использования данного метода используются поправки для граничных узлов (для магнитного поля они могут быть приграничными).

Задание падающей волны по технологии TF/SF при совместном решении

Для совместного решения уравнений Максвелла и Даламбера область разбивается на две подобласти: $D^W \cup D^M$. В области D^M решаются разностные уравнения Максвелла:

$$\mu_0 \frac{H_{y_{m,k+0,5}}^{n+0,5} - H_{y_{m,k+0,5}}^{n-0,5}}{h_t} = - \frac{E_{x_{m,k+1}}^n - E_{x_{m,k}}^n}{h_z}, \quad \mu_0 \frac{H_{z_{m+0,5,k}}^{n+0,5} - H_{z_{m+0,5,k}}^{n-0,5}}{h_t} = \frac{E_{x_{m+1,k}}^n - E_{x_{m,k}}^n}{h_z},$$

$$\varepsilon_0 \varepsilon_{m,k} \frac{E_{x_{m,k}}^{n+1} - E_{x_{m,k}}^n}{h_t} = \frac{H_{z_{m+0,5,k}}^{n+0,5} - H_{z_{m-0,5,k}}^{n+0,5}}{h_y} - \frac{H_{y_{m,k+0,5}}^{n+0,5} - H_{y_{m,k-0,5}}^{n+0,5}}{h_z},$$

где сеточная проекция электрического поля на ось $x - E_{x_{m,k}}^n$ определена в узлах $\{(t_n, y_m, z_k): t_n = nh_t, n=0, 1, \dots, N=T/h_t, y_m = mh_y, m=0, \dots, M=L_y/h_y, z_k = kh_z, k=0, \dots, K=L_z/h_z\}$, магнитного на $z - H_{z_{m+0,5,k}}^{n+0,5} - \{(t_{n+0,5}, y_m, z_{k+0,5}): t_{n+0,5} = (n+0,5)h_t, n=0, 1, \dots, N-1, y_m = mh_y, m=1, \dots, M-1, z_{k+0,5} = (k+0,5)h_z, k=0, \dots, K-1\}$, и $y - H_{y_{m,k+0,5}}^{n+0,5} - \{(t_{n+0,5}, y_{m+0,5}, z_k): t_{n+0,5} = (n+0,5)h_t, n=0, 1, \dots, N-1, y_{m+0,5} = (m+0,5)h_y, m=0, \dots, M-1, z_k = kh_z, k=1, \dots, K-1\}$ сеточной области D_h^M , наложенной на область вычислительного эксперимента $D (0 \leq t \leq T, 0 \leq y \leq L_y, 0 \leq z \leq L_z)$. А в области D^W – уравнение Даламбера:

$$\frac{U_{m,k}^{n+1} - 2U_{m,k}^n + U_{m,k}^{n-1}}{h_t^2} = \frac{c}{\varepsilon_{m,k}} \left(\frac{U_{m+1,k}^n - 2U_{m,k}^n + U_{m-1,k}^n}{h_y^2} + \frac{U_{m,k+1}^n - 2U_{m,k}^n + U_{m,k-1}^n}{h_z^2} \right),$$

где проекция $U_{m,k}^n$ определена в узлах сеточной области $D_h^W \{(t_n, y_m, z_k): t_n = nh_t, n=0, 1, \dots, N=T/h_t, y_m = mh_y, m=L, \dots, R, L=L_l/h_y, R=L_r/h_y, z_k = kh_z, k=B, \dots, U, B=L_b/h_z, U=L_u/h_z\}$. При этом недостающие значения сеточной функции берутся из соседней области.

Например, левая граница $D_h^W m=L, B < k < U$ (рис.1) вычисляется так:

$$\frac{U_{m,k}^{n+1} - 2U_{m,k}^n + U_{m,k}^{n-1}}{h_t^2} = \frac{c}{\varepsilon_{m,k}} \left(\frac{U_{m+1,k}^n - 2U_{m,k}^n + E_{m-1,k}^n}{h_y^2} + \frac{U_{m,k+1}^n - 2U_{m,k}^n + U_{m,k-1}^n}{h_z^2} \right);$$

нижний левый угол задается следующим образом: $m=L, k=B$

$$\frac{U_{m,k}^{n+1} - 2U_{m,k}^n + U_{m,k}^{n-1}}{h_t^2} = \frac{c}{\varepsilon_{m,k}} \left(\frac{U_{m+1,k}^n - 2U_{m,k}^n + E_{m-1,k}^n}{h_y^2} + \frac{U_{m,k+1}^n - 2U_{m,k}^n + E_{m,k-1}^n}{h_z^2} \right).$$



Аналогично можно записать уравнения правой, верхней и нижней границ и нижнего правого, верхних правого и левого углов.

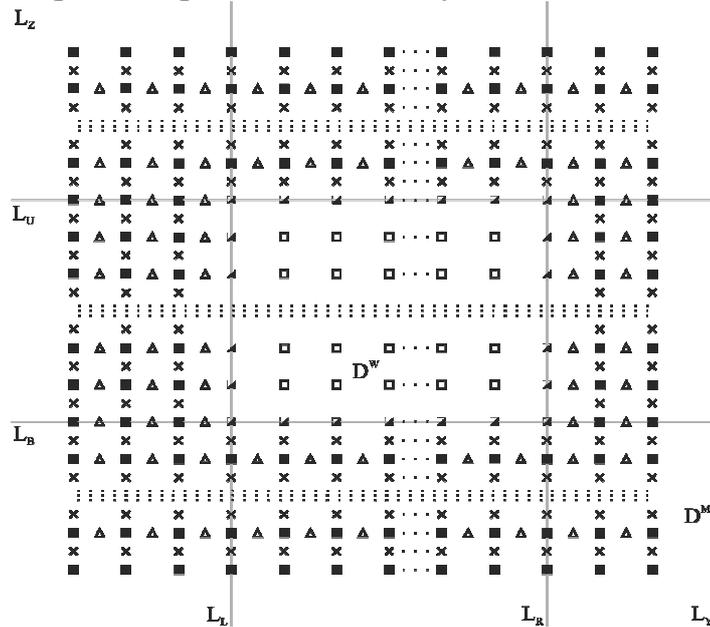


Рис. 1. Объединение сеточных областей без учета дискретизации по времени. Квадратам соответствуют проекции $E_{x_m, k}^n$, треугольникам - $H_{z_{m+0.5, k}}^{n+0.5}$, крестикам -

$$H_{y_{m, k+0.5}}^{n+0.5}$$

Реализация методики TF/SF связана со следующей модификацией разностной схемы Yee:

$$\begin{aligned} \varepsilon \frac{E_{x_{L, k}}^{n+1} - E_{x_{L, k}}^n}{h_t} &= \frac{H_{z_{L+0.5, k}}^{n+0.5} - (H_{z_{L-0.5, k}}^{n+0.5} - \boxed{H}_{z_{L-0.5, k}}^{n+0.5})}{h_y} - \frac{H_{y_{L, k+0.5}}^{n+0.5} - H_{y_{L, k-0.5}}^{n+0.5}}{h_z}, \\ \varepsilon \frac{E_{x_{R, k}}^{n+1} - E_{x_{R, k}}^n}{h_t} &= \frac{H_{z_{R+0.5, k}}^{n+0.5} - (H_{z_{R-0.5, k}}^{n+0.5} - \boxed{H}_{z_{R-0.5, k}}^{n+0.5})}{h_y} - \frac{H_{y_{R, k+0.5}}^{n+0.5} - H_{y_{R, k-0.5}}^{n+0.5}}{h_z}, \\ \varepsilon \frac{E_{x_{m, U}}^{n+1} - E_{x_{m, U}}^n}{h_t} &= \frac{H_{z_{m+0.5, U}}^{n+0.5} - H_{z_{m-0.5, U}}^{n+0.5}}{h_y} - \frac{(H_{y_{m, U+0.5}}^{n+0.5} + \boxed{H}_{y_{m, U+0.5}}^{n+0.5}) - H_{y_{m, U-0.5}}^{n+0.5}}{h_z}, \\ \varepsilon \frac{E_{x_{m, B}}^{n+1} - E_{x_{m, B}}^n}{h_t} &= \frac{H_{z_{m+0.5, B}}^{n+0.5} - H_{z_{m-0.5, B}}^{n+0.5}}{h_y} - \frac{H_{y_{m, B+0.5}}^{n+0.5} - (H_{y_{m, B+0.5}}^{n+0.5} + \boxed{H}_{y_{m, B-0.5}}^{n+0.5})}{h_z}, \\ \mu \frac{H_{z_{L-0.5, k}}^{n+0.5} - H_{z_{L-0.5, k}}^{n-0.5}}{h_t} &= \frac{(E_{x_{L, k}}^n - \boxed{E}_{x_{L, k}}^n) - E_{x_{L-1, k}}^n}{h_y}, \\ \mu \frac{H_{z_{R+0.5, k}}^{n+0.5} - H_{z_{R+0.5, k}}^{n-0.5}}{h_t} &= \frac{E_{x_{R+1, k}}^n - (E_{x_{R, k}}^n - \boxed{E}_{x_{R, k}}^n)}{h_y}, \end{aligned}$$



$$\mu \frac{H_{y_{m,B-0,5}}^{n+0,5} - H_{y_{m,B-0,5}}^{n-0,5}}{h_t} = - \frac{(E_{x_{m,B}}^n - \overline{E}_{x_{m,B}}^n) - E_{x_{m,B-1}}^n}{h_z};$$

$$\mu \frac{H_{y_{m,U+0,5}}^{n+0,5} - H_{y_{m,U+0,5}}^{n-0,5}}{h_t} = - \frac{E_{x_{m,U+1}}^n - (E_{x_{m,U}}^n - \overline{E}_{x_{m,U}}^n)}{h_z},$$

где сеточные функции под тильдой связаны с падающим полем.

Авторы остановились на численном задании падающего поля, для чего отыскивают разностное решение одномерных уравнений Максвелла с привлечением жесткого источника:

$$\mu \frac{\overline{H}_{y_{k+0,5}}^{n+0,5} - \overline{H}_{y_{k+0,5}}^{n-0,5}}{h_t} = - \frac{\overline{E}_{x_{k+1}}^n - \overline{E}_{x_k}^n}{h_z} \quad k = \overline{0, K-1}, n = \overline{0, N-1},$$

$$\varepsilon \frac{\overline{E}_{x_k}^{n+1} - \overline{E}_{x_k}^n}{h_t} = - \frac{\overline{H}_{y_{k+0,5}}^{n+0,5} - \overline{H}_{y_{k-0,5}}^{n+0,5}}{h_z} \quad k = \overline{0, K}, k = \overline{0, N-1}, \overline{E}_{B-1}^n = \sin \omega n h_t$$

Замысел экспериментов состоял в верификации возможности задания падающей волны по методике TF/SF при совместном решении уравнений Максвелла и Даламбера.

Постановка вычислительных экспериментов

Исследуем дифракцию на бесконечном диэлектрическом цилиндре кругового сечения, совместив его центр с центром области D^w , определив радиус равный половине длины волны, показатель преломления $n=1,5$. Эксперименты проводились при различных значениях дискретизации сеточной области Q, Qt и QT , где первый параметр характеризовал число узлов сеточной области по пространству (приходящееся на одну длину волны); второй – количество узлов по времени (приходящееся на временной интервал, за который плоский волновой фронт в вакууме пройдет расстояние в одну длину волны); третий – «длительность» запускаемого цуга в длинах волн. При этом они менялись, от удовлетворительно описывающих распространение плоской однородной волны в свободном пространстве, до соответствующих весьма низким величинам погрешности. В качестве вычислительной области D брался квадрат с длиной стороны 20λ , при этом шаги по пространству полагались равными. Сравнивая полученные результаты с известным аналитическим решением [4], для оценки погрешности воспользуемся величиной ε_R ($\varepsilon_R = \max_k \frac{|A_k - N_k|}{A_k}$, N_k – значения, полученные

разностными методами, A_k – соответствующие аналитическому решению), отыскивая её на оптической оси элемента варьируя $k = B, U$ и $m = 10Q + 1$.

Рассматривая результаты, из таблицы 1, соответствующие как совместному решению уравнений Даламбера и Максвелла, так и разностному решению исключительно уравнений Максвелла, отметим точное совпадение обоих решений при любых параметрах дискретизации и сходимость разностного решения к аналитическому.



Таблица 1. Результаты вычислительных экспериментов

Число шагов		QT = 5	QT = 10	QT = 15
Q	Qt	ε_R		
10	20	0.1338452	0.1424175	0.0808924
20	40	0.0607843	0.0682108	0.0182556
50	100	0.0306593	0.0214947	0.0075484
100	200	0.0274008	0.0095913	0.0037148

Очевидно, для получения удовлетворительного результата (сочтем за него решение с не более чем 2% погрешностью) достаточно использовать цуг в 10 длин волн. При $QT = 15$ удовлетворительный результат достигается при дискретизации Q, Qt равной (20,40). При меньшей длине цуга поле в исследуемой области не успевает устояться, волна не является монохроматической в силу чего, результаты характеризуются высокой погрешностью. Таким образом, можно заключить, что разработанный метод является достойной альтернативой «чистому» FDTD.

Заключение

В настоящей работе представлена технология TF/SF задания падающей волны при совместном разностном решении уравнений Даламбера и Максвелла и продемонстрирована состоятельность предложенного подхода.

Литература

1. Головашкин Д.Л. Совместное разностное решение уравнений Даламбера и Максвелла. Одномерный случай / Д.Л. Головашкин, Л.В. Яблокова // Компьютерная оптика. – 2012. – Т. 36, № 4. – с. 527–534.
2. Yee K.S. Numerical solution of initial boundary value problems involving Maxwell's equations in isotropic media / K.S. Yee. // IEEE Trans. Antennas Propag. – 1966. – AP-14. – p. 302–307.
3. Головашкин Д.Л. Методика формирования падающей волны при разностном решении уравнений Максвелла (двумерный случай) / Д.Л. Головашкин, Н.Л. Казанский // Автометрия, 2007. – Том 43, № 6. – с. 78 – 88.
4. Ваганов Р. Б. Основы теории дифракции / Р.Б. Ваганов, Б.З. Каценеленбаум –М.: Наука, 1982 – 272 с.

А.Н. Якимов, Э.В. Лапшин, Н.К. Юрков

ДИСКРЕТНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ – ОСНОВА МОДЕЛИРОВАНИЯ АНТЕНН СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИИ

(Пензенский государственный университет)

В основе реализации системного подхода к проектированию микроволновых антенн сложной конфигурации лежат следующие принципы: целостность изучаемой системы, структурность, иерархичность, множественность описания, взаимозависимость системы и среды (свойства системы проявляются при взаимодействии с окружающей ее средой) [1].



При этом математическое описание проектируемой антенны в векторной форме может быть представлено функциональной зависимостью вида [2]:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Y}(\mathbf{X}, \mathbf{Q}, \mathbf{R}), \quad (1)$$

где $\mathbf{Y} = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_m\}$ – вектор выходных параметров (характеристик) антенны, определяющих ее функциональное назначение, к которым можно отнести, например, напряженности электрического \mathbf{E} и магнитного \mathbf{H} поля в точке наблюдения, диаграмму направленности (ДН), коэффициент направленного действия (КНД) и помехозащищенность антенны; $\mathbf{X} = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ – вектор входных параметров, к которым можно отнести данные технического задания, а также априорную информацию о проектируемой антенне; $\mathbf{Q} = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_p\}$ – вектор внутренних параметров (или переменных состояния), характеризующих конструктивно-технологические и электрофизические свойства отдельных компонентов проектируемой антенны (к внутренним параметрам отнесем геометрические размеры и форму излучающей поверхности, а также ее электрофизические свойства); $\mathbf{R} = \{R_1, R_2, \dots, R_l\}$ – вектор внешних параметров воздействия, характеризующих влияние внешних условий на функционирование проектируемой антенны, например, таких как тепловые и механические воздействия на излучающую поверхность антенны, а также воздействие влаги на эту поверхность. На характеристики излучения также влияют местные предметы, которые отражают электромагнитную волну антенны в направлении ее поверхности и наводят там вторичное поле. Однако это влияние не изменяет формы и свойств излучающей поверхности, поэтому его следует рассматривать отдельно.

Излучающая поверхность антенны, вследствие тепловых и механических воздействий деформируется и приобретает сложную пространственную конфигурацию, аналитическое описание которой возможно лишь с определенной степенью приближения. Для решения задачи об излучении такой антенны целесообразно воспользоваться численными методами.

Так как для описания процесса деформаций в сплошных средах вследствие механических и тепловых воздействий хорошо зарекомендовал себя метод конечных элементов [2], то целесообразно применить этот же метод и для описания излучения антенны с деформируемой гладкой излучающей поверхностью, чтобы сохранить единство описания всех процессов, происходящих в проектируемой антенне. Метод конечных элементов оказывается предпочтительным также в силу геометрической гибкости для описания трехмерной границы криволинейной излучающей поверхности антенны (например, параболоида).

Проектирование антенн основывается на теории электромагнитного поля. В соответствии с этой теорией, электромагнитное поле, создаваемое антенной в заданной точке пространства, является суперпозицией полей, создаваемых в этой точке токами различных элементов излучающей поверхности с учетом их амплитуд и фаз. Каждый элемент излучающей поверхности, при этом, возбуждается либо непосредственно (в антенных решетках), либо посредством элек-



тромагнитного излучения других элементов (в зеркальных антеннах). Изменяя размеры и форму излучающей поверхности антенны, а также распределение по ней токов возбуждения, можно обеспечить заданные характеристики излучения антенны, т.е. решить задачу проектирования.

Микроволновую зеркальную антенну в наиболее общем виде можно представить следующим образом: есть источник электромагнитных волн (облучатель) и гладкая криволинейная излучающая поверхность, возбуждаемая этим излучателем, при этом излучающая поверхность находится в дальней зоне облучателя. Микроволновые антенны обычно имеют размер излучающей поверхности значительно больше длины волны, поэтому из множества методов теории дифракции для математического моделирования процесса излучения целесообразно использовать сочетание лучевых методов представления полей рассеяния, законов физической оптики, основанных на принципе Гюйгенса-Френеля, а также методов физической теории дифракции, учитывающих краевые эффекты [2].

Так как излучающая поверхность антенны находится в дальней зоне электромагнитной волны, то на ограниченном участке этой поверхности токи можно принять неизменными по амплитуде и фазе. Таким образом, появляется возможность численного решения задачи излучения антенны путем деления (декомпозиции) ее поверхности на конечные элементы, в пределах каждого из которых поверхностный ток $I(x, y, z)$, являющийся функцией ее координат x , y и z декартовой системы, принимает постоянное значение.

Качество дискретизации излучающей поверхности в значительной мере зависит от формы элементов дискретизации, причем наилучшие результаты получаются, когда форма этих элементов не слишком отличается от идеальных равносторонних треугольников, квадратов, кубов и т. д., ввиду опасности вырождения решения [3].

Двумерная аппроксимация излучающей поверхности сводится при этом к одномерной кусочно-линейной аппроксимации функций, образующих эту излучающую поверхность. При этом совокупность одномерных сечений этой поверхности во взаимно перпендикулярных плоскостях, параллельных плоскостям Oxz и Oyz правой декартовой системы координат, образует криволинейную сетку с узлами в точках пересечения одномерных сечений. Узлы криволинейной сетки, принадлежащие излучающей поверхности, при кусочно-линейной аппроксимации остаются неизменными, а криволинейные отрезки, соединяющие их, заменяются отрезками прямых. В результате, гладкая излучающая поверхность заменяется многогранной поверхностью аппроксимации, с плоскими прямоугольными или квадратными гранями (в зависимости от шага дискретизации), а при дополнительном разбиении и многогранной поверхностью с плоскими треугольными гранями.

Применение такого метода позволяет обеспечить непрерывность искомой функции на границах между треугольниками, которая гарантируется равенством значений функции в совпадающих вершинах треугольников, а также со-



хранить независимость аппроксимации от расположения треугольников по отношению к глобальной системе координат $Oxyz$. При этом поверхность локально определяется значениями функции в вершинах треугольника и поэтому не изменяется при переопределении осей x , y и z .

В соответствии с электродинамической постановкой задачи об излучении антенны со сложной пространственной конфигурацией, излучающую поверхность антенны S может быть представлена как совокупность N независимых элементарных участков S_i , причем $S = \bigcup_{i=1}^N S_i$.

Приближение дальней зоны позволяет считать, что все направления от начала локальных систем координат конечных элементов на точку наблюдения параллельны. Угловые же координаты точки наблюдения в локальных системах координат конечных элементов вследствие нелинейности излучающей поверхности оказываются различными. В связи с этим, для определения электрических составляющих электромагнитного поля, создаваемого в точке наблюдения гладкой криволинейной излучающей поверхностью, особое значение следует придавать оценке характеристик рассеяния конечных элементов и ребер внешних конечных элементов, образующих кромку излучающей поверхности при их возбуждении плоской электромагнитной волной, падающей под произвольным углом. Следует также обратить внимание и на необходимость оценки пространственной ориентации электрических составляющих поля, создаваемых на идеально проводящих конечных элементах и ребрах кромки излучающей поверхности тангенциальной H_τ составляющей магнитного поля в глобальной системе координат, чтобы обеспечить их векторное сложение в точке наблюдения.

Компоненты общего поля получаются простым суммированием сферических компонентов поля $E_{\varphi i}$ и $E_{\theta i}$ каждого конечного элемента, $E_{\varphi j}$ и $E_{\theta j}$ каждого краевого ребра кромки излучающей поверхности антенны относительно глобальной системы координат [2]:

$$E_\varphi = \sum_i E_{\varphi i} + \sum_j E_{\varphi j}, \quad E_\theta = \sum_i E_{\theta i} + \sum_j E_{\theta j} \quad (2)$$

Для оценки компонентов $E_{\varphi i}$ и $E_{\theta i}$ наилучшим образом подходит метод Гордона [4], чувствительный к пространственному положению узловых точек и позволяющий оценить характеристику рассеяния треугольного элемента поверхности по его контуру. Компоненты $E_{\varphi j}$ и $E_{\theta j}$ наиболее адекватно моделируются как формируемые неравномерной частью возбуждающего тока в форме А. Михаэли [5], являющейся уточнением решения П.Я. Уфимцева [6]. Правильность векторного сложения отдельных составляющих поля обеспечивается введением локальных систем координат с началами в центрах конечных элементов и учетом их ориентации относительно глобальной системы координат $Oxyz$. Сложность геометрической модели криволинейной излучающей поверхности антенны диктует необходимость совместной обработки геометрической, логической и аналитической информации при решении краевых задач излучения. В



связи с этим перспективным оказывается использование в численных расчетах предикатной алгебры выбора [7].

Предложенный подход позволяет оценить поле излучения антенны с учетом внешних деформирующих воздействий методом конечных элементов и выбрать оптимальное конструкторское решение, исходя из требований технического задания и критерия оптимизации, обеспечивающего устойчивость к указанным воздействиям.

Литература

1. Яншин, А.А. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА/ А.А. Яшин. – М.: Радио и связь, 1983. – 312 с.
2. Якимов, А. Н. Проектирование микроволновых антенн с учетом внешних воздействий: монография / А.Н. Якимов. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 260 с.
3. Сабоннадьер, Ж.К. Метод конечных элементов и САПР/ Ж.К. Сабоннадьер, Ж.Л. Кулон// Пер. с фр. – М.: Мир, 1989. – 190 с.
4. Gordon, W.B. Far-Field Approximations to the Kirchhoff-Helmholtz Representations of Scattered Fields/ W.B. Gordon // IEEE Trans. on Antennas and Propagat. – 1975. – Vol. AP-23. – No. 4. – P. 590 – 592.
5. Michaeli, A. Equivalent Edge Currents for Arbitrary Aspects of Observation / A. Michaeli // IEEE Trans. on Antennas and Propagat. – 1984. – Vol. AP-32. – No. 3. – P. 252 – 258.
6. Уфимцев, П.Я. Метод краевых волн в физической теории дифракции/ П.Я. Уфимцев. – М.: Сов. радио, 1962. – 244 с.
7. Якимов, А.Н. Использование предикатной алгебры выбора в моделировании микроволновых антенн/ А.Н. Якимов. – Труды Международного симпозиума «Надежность и качество»/ под ред. Н.К. Юркова. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – т. 1 – С. 277-280.



МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ ПРОГРАММЫ

В.А. Беликов

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В ОБРАЗОВАНИИ

(Самарский государственный технический университет)

Введение

Термин «дополненная реальность» (augmented reality, AR) представляет собой совокупность множества технологий, направленных на расширение восприятия мира человеком с помощью информации, генерируемой компьютером [1].

Если же рассматривать данный вопрос более глубоко, то становится понятным, что область применения технологий данной отрасли науки не ограничивается только лишь развлекательной функцией. Дополненная, или же расширенная реальность это не только всё чаще встречающиеся рекламные QR-коды на остановках или в журналах. Но так же это новые возможности в обучении, когда, например, необходимые опыты можно было бы провести своими руками на виртуальной модели прямо перед глазами учеников [7]. Или же возможность использования недоступных человеку ранее спектральных диапазонов восприятия мира – например таких, как инфракрасный спектр [3].

История

История развития данной отрасли берёт своё начало ещё в середине 20-го века, с разработок Мортон Хейлинга, получившего впоследствии почётное звание «отца» виртуальной реальности. Одним из его изобретений был «театр погружения» (Sensorama). Как было написано в самом патенте – «Сегодня постоянно растёт спрос на методы обучения и тренировки людей таким способом, чтобы исключить риски и опасность реальных ситуаций». Данная технология позволяла дополнить визуальные образы вибрацией и движением воздуха.

Следующей ступенью в развитии AR стало изобретение Гарварда Айван Сазерленда от 1968 года – это была первая система дополненной реальности, использующая специальный головной дисплей. Очки крепились к потолку, в них транслировалась картинка с компьютера.

В 1990 году Томом Коделлом впервые был предложен сам термин «дополненной реальности» для описания подобных изобретений.

В 1997 году Рональдом Т. Азума было опубликовано исследование различных способов использования дополненной реальности в медицине, производстве, науке, промышленности и развлечениях.

В конце 1990-х и 2000-х годах Хироказу Като создал библиотеку программного обеспечения ARToolKit, в которой объединил виртуальную графику



с реальной жизнью. В ней использовалась система распознавания, позволяющая накладывать компьютерную графику на изображение с видеокамеры [6].

Дополненная реальность в образовании

Одним из перспективных путей развития является создание образовательных систем на базе технологий расширенной реальности. Такие системы позволят сделать процесс обучения более информативным, интересным и доступным для понимания. Рассмотрим несколько примеров использования AR в обучающих проектах.

В середине 2008 года был разработан пример интерактивного атласа для изучения географии. При создании данного атласа компания Metaio использовала платформу Unifeye и «Большой атлас мира». Результат был представлен на международной книжной выставке «Frankfurt Book Fair» [10].

Так же дополненную реальность можно использовать при виртуальных экскурсиях по историческим местам и объектам, воссозданным в 3д моделях. Так, к примеру, уже существует приложение компании AR-media для просмотра трёхмерных моделей памятников архитектуры из Google Earth [4].

В отличие от «виртуальной реальности», «реальность дополненная» является именно реальностью, которая лишь расширяется с помощью компьютерной обработки информации, что позволяет создавать обучающие платформы дающие возможность не только закрепить какие-то чисто теоретические знания, но и наработать некоторый опыт, а так же научиться некоторым физическим, моторным умениям. Так, в лаборатории компании ETH, расположенной в Цюрихе, исследователи применили сенсорный интерфейс для сочетания реальных и виртуальных объектов, чтобы обучать хирургов «манипуляторным» умениям. Хотя повседневного использования такие инструменты еще не получили, они могут быть очень полезными для обучения процедурам, связанным с высокой степенью риска, перед тем, как хирург опробует их на пациентах. В управлении Морской пехоты вооруженных сил США также пробуют использовать расширенную реальность в обучении механиков, которым приходится вести ремонтные работы в полевых условиях.

Инструменты, позволяющие применять AR в обучении

Уже существует множество различных программных платформ, с помощью которых можно разрабатывать AR приложения, но при этом досконально не зная, как происходит то или иное действие. В скором времени должны появиться первые информационные системы, разработанные с помощью подобных инструментов, с которыми бы смогли работать и люди, не имеющих специального образования [1].

Наиболее доступным подходом для внедрения в повседневную жизнь является использование open-source проектов, таких как:

- ARToolkit;
- ATOMIC Authoring Tool;
- droidar.

ARToolKit – это библиотека для разработки приложений расширенной реальности.



Одна из главных сложностей в разработке расширенной реальности – это проблема поиска координат зрителя. Перед тем как узнать координаты накладываемого изображения, приложение должно вычислить, откуда зритель смотрит на сцену.

ARToolkit использует алгоритмы «компьютерного зрения» для решения этой проблемы. Библиотеки обработки видео вычисляют положение и угол камеры по отношению к физическим маркерам в реальном времени. Это позволяет простую разработку большого количества приложений расширенной реальности.

ARToolkit является первой системой расширенной реальности. Первая версия появилась в 1999 году. На ее основе появилось большинство остальных описываемых систем [5].

ATOMIC Authoring Tool – инструмент, разработанный специально для «не программистов», подразумевает в основе своей простоту освоения и использования. Проект разработан на основе ARToolKit и позволяет создавать AR-приложения людям без специальных навыков в программировании [8].

Droidar – фреймворк для разработки android-приложений, есть возможность как использовать привязку на маркерах, так и на реальных координатах [9].

Перспективы развития

Как видно, уже сейчас разрабатываются программные платформы, позволяющие существенно упростить создание AR-приложений. В ближайшем будущем на основе таких систем будут созданы и первые офисные и учебные приложения, которые совсем не будут требовать навыков программирования от своего пользователя.

В то же время, попутно с программным обеспечением развивается «железная» сторона дополненной реальности. Появляются новые устройства, разнообразные очки расширенной реальности и нателные компьютеры, дающие возможность более полно оценить все те «бонусы», что дополняют наше простое человеческое зрение [6].

В данный момент основной задачей в дальнейшем развитии расширенной реальности является удешевление и большая популяризация устройств-браузеров дополненной реальности и дальнейшая разработка программ-интерфейсов для взаимодействия реальности «реальной» и реальности «дополненной» [2].

Литература

1. Википедия [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/> — Загл. с экрана. — Яз. рус.
2. Сайт VR-Online.ru [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.vr-online.ru/> — Загл. с экрана. — Яз. рус.
3. Хабрахабр [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://habrahabr.ru> — Загл. с экрана. — Яз. рус.



4. Сайт ARNext [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://arnext.ru/> — Загл. с экрана. — Яз. рус.
5. Сайт, посвященный вопросам современного образования [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.smart-edu.com/augmented-reality-in-learning.html> — Загл. с экрана. — Яз. рус.
6. Блог, посвященный развитию дополненной реальности [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://a--r.ru/> — Загл. с экрана. — Яз. рус.
7. Домашняя страница проекта ARToolkit [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/> — Загл. с экрана. — Яз. англ.
8. Сайт компании ARToolworks [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.artoolworks.com/products/mobile/andar/> — Загл. с экрана. — Яз. англ.
9. Сайт ARNext [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://arnext.ru/> — Загл. с экрана. — Яз. рус.
10. Компьютерра [Электронный ресурс]: статьи. — Электрон. дан. — Режим доступа: <http://www.computerra.ru/67219/augmented-reality-etapyi-evolyutsii/> — Загл. с экрана. — Яз. рус.

Т.Н. Буштрुक¹, М.В. Царыгин¹, А.А.Буштрुक²

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ ВАГОННОГО ХОЗЯЙСТВА С МУЛЬТИМЕДИЙНЫМИ БАЗАМИ ДАННЫХ

(Самарский государственный университет путей сообщения¹,
Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Современный уровень развития промышленности и транспорта предъявляет высокие требования к квалификации обслуживающего персонала. Железнодорожный транспорт важнейшая отрасль экономики, его эксплуатационное состояние обеспечивает непрерывные грузоперевозки и пассажиропотоки. Для обеспечения своевременного, качественного и технологичного ремонта одним из решающих аспектов является эффективная подготовка и переподготовка персонала. Применение новых технологий в процессе подготовки и переподготовки кадров соответствует концепции дальнейшего развития ОАО «Российские Железные Дороги».

Применение компьютерных комплексов является сложившейся общемировой практикой обучения, поскольку использование в процессе обучения реального оборудования не всегда доступно. Программные комплексы обеспечивают концентрацию больших объемов информации, более углубленно изучать отдельные объекты, узлы, устройства и процессы производства, взаимодейст-



вовать с ними и получать практические навыки по эксплуатации технологического оборудования. В программном обеспечении реализовано интерактивное взаимодействие с информационными объектами, максимальная визуализация исследуемых объектов, используются оригинальные методы и алгоритмы идентификации и прогнозирования [4].

Моделирование (имитация) производственного процесса, ситуаций окажет существенную помощь при изучении персоналом технологии осмотра вагонов. Поэтому разработка программных комплексов для целей дистанционного обучения и приобретения тренировочных навыков является актуальной [1, 2, 3]. В программный комплекс-тренажер включены все блоки, позиции, устройства и процедуры, соответствующие технологической карте осмотра вагонов, утвержденной ОАО «РЖД».

Создание базы данных неисправностей вагонов, возникающих в процессе эксплуатации, имеет актуальное значение. Её дальнейшая обработка статистическими и корреляционно-спектральными методами и методами прогнозирования предназначена для формирования правильных управленческих решений по использованию материальных и трудовых ресурсов.

На рис. 1 показаны технологический алгоритм реализации комплекса, интерфейс структуры тренажера, алгоритм функционирования программных модулей, модуль анализа временных рядов с корреляционно-спектральным анализатором.

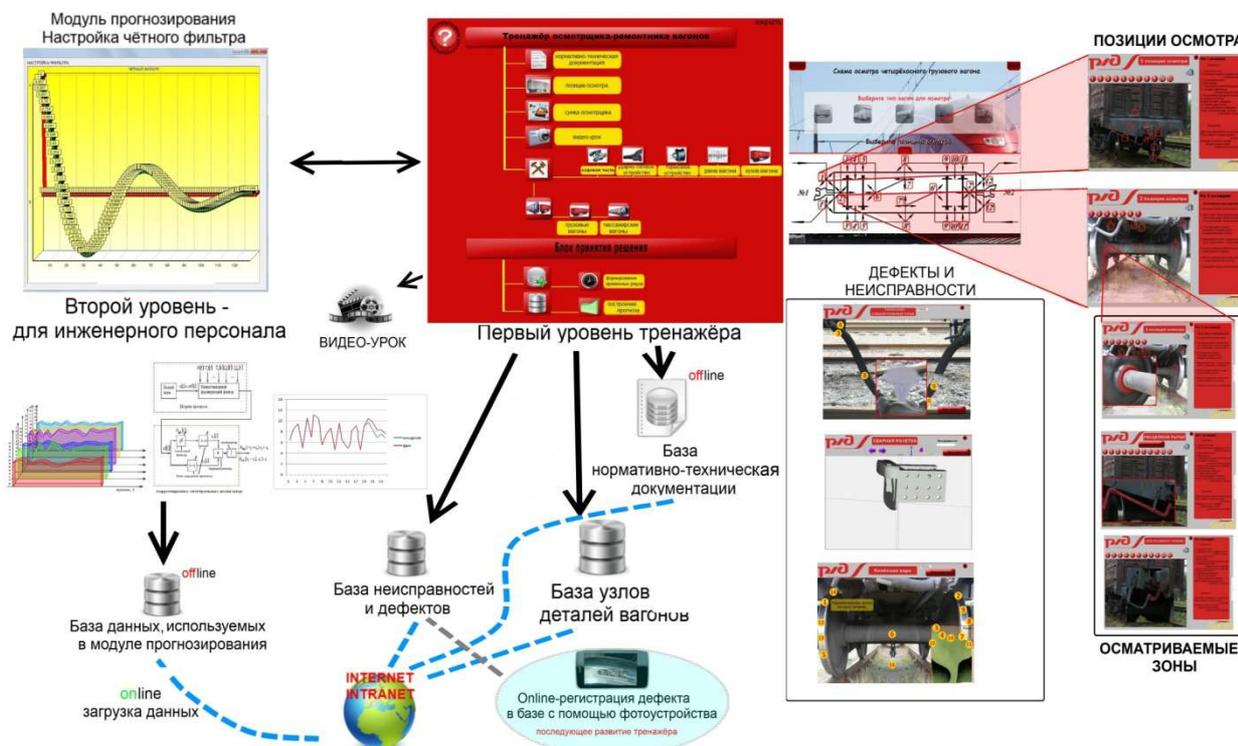


Рис. 1. Взаимодействие и содержание модулей компьютерного комплекса

Основным блоком является модуль осмотра по 12-ти позициям. Подведением курсора активируется позиция осмотра. Интерфейсы каждой позиции ос-



мотра имеют две зоны: 1) – изображение реального вагона с соответствующего ракурса с активными маркерами; 2) - текстовое поле с перечнем узлов осмотра, которое можно при необходимости свернуть или развернуть. Модуль «Диагностика узлов вагона» содержит подмодули основных узлов вагона (ходовая часть, ударно-тяговые устройства, тормозное оборудование, рама вагона, кузов вагона), базу видов неисправностей, подпрограмму - инструменты и приспособления.

Исходя из целесообразности, диагностируемые узлы представлены либо видео файлом, либо в 3D формате. В блоке «Диагностика узлов вагона» в меню «Ходовая часть» применен следующий алгоритм обучения и взаимодействия с программой: типовые виды колесных пар, интерактивная модель с возможностью манипуляции объектом (рис. 2), окно с методикой осмотра и выявления неисправностей, файл типовых неисправностей на виртуальной модели, модуль манипуляции инструментами и шаблонами, файл видео-сюжет с неисправностями и дефектами на реальном объекте, технологическая карта с неисправностями. Каждый блок завершается тестовой работой.

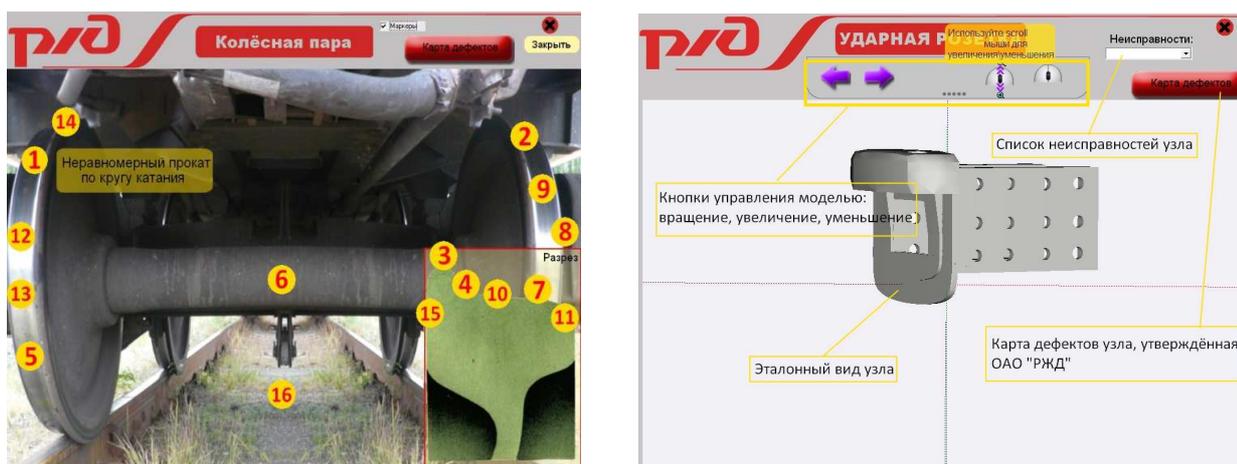


Рис. 2. Интерфейс манипулирования узлами вагонов. Интерфейс дефектов

Ценность и функциональность тренажера существенно повышается, за счет включения модуля по сбору, хранению и обработке информации по дефектам и неисправностям. Массивы данных (рис. 3) обрабатываются методами идентификации с целью получения моделей для дальнейшего использования их в прогнозах [4]. Блок принятия решения предназначен для формирования рекомендаций и оптимальных управленческих шагов и решений по оптимизации материальных и трудовых ресурсов. Эти блоки могут быть использованы при проведении тренинговых мероприятий с персоналом управленческого звена.

Программный комплекс может быть использован для обучения эксплуатационного и ремонтного персонала, технологов ОАО «РЖД»; в образовательном процессе для студентов соответствующей специальности.

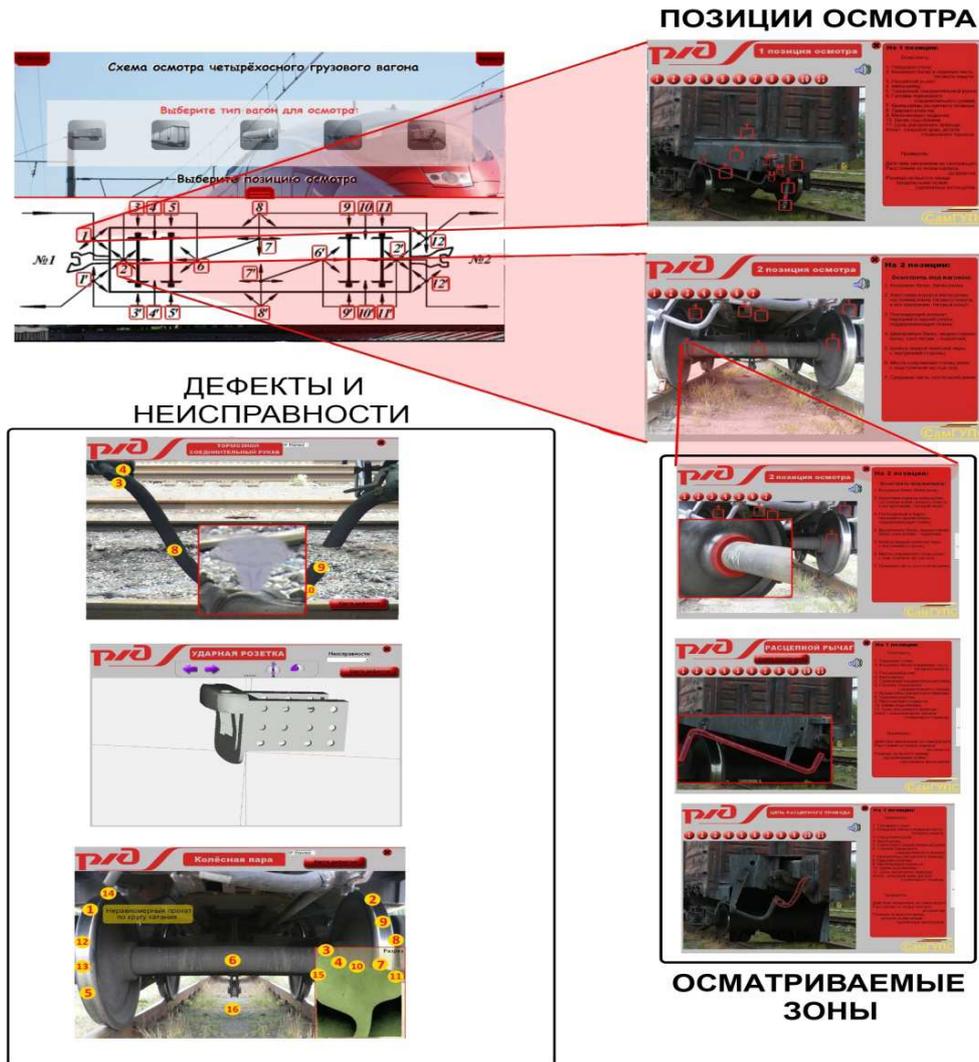


Рис. 3. Схема функционирования программных модулей

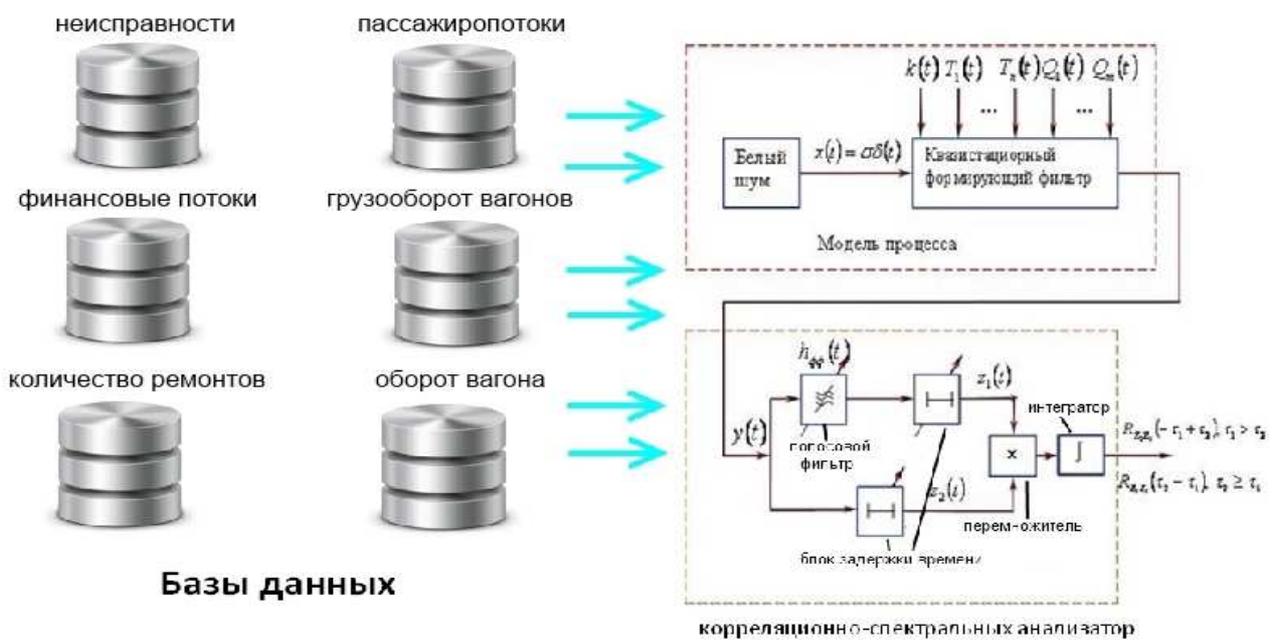


Рис. 4. Использование баз данных в комплексе.



Литература

1. Царыгин М. В., Кленюшин Д. С., Буштрук Т. Н. Компьютерный обучающий комплекс осмотрщика-ремонтника вагонов. Молодежь и современные информационные технологии. Сборник трудов IX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». Томск, 10-13 мая 2011 г., ч. 2. Томск: Изд-во СПб Графикс - С. 152 -153.

2. Буштрук А. Д., Буштрук Т. Н., Царыгин М. В., Кленюшин Д. С. Компьютерный тренажёр осмотрщика-ремонтника с интерактивными моделями и блоком прогнозирования// Наука и образование транспорту: материалы V Всероссийской научно-практической конференции (2012; Самара). Международной научно-практической конференции "Наука и образование транспорту", 2012 г. [Текст]. - Самара: СамГУПС, 2012. – С. 132-135. ISBN 978-5-98941-183-2.

3. Кленюшин Д. С., Буштрук Т. Н., Буштрук А. Д., Царыгин М. В. Обучающая программа по обнаружению дефектов литых деталей тележек вагонов с модулем идентификации и прогнозирования// Наука и образование транспорту: материалы V Международной научно-практической конференции (2012; Самара). Всероссийская научно-практическая конференция "Наука и образование транспорту", 2012 г. [Текст]. - Самара: СамГУПС, 2012. – С. 138-140. ISBN 978-5-98941-183-2.

4. Буштрук А. Д., Буштрук Т. Н., Фазлыев И. И. Корреляционно-спектральный метод идентификации квазистационарных временных процессов с разрешением противоречия между точностью и быстродействием// А и Т. – 2011. - № 7. – С. 147-158.

М.Н. Ватутина, Л.В. Лыгина, Г.В. Попов

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

(Воронежский государственный университет инженерных технологий)

Формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов должно отвечать не только требованиям федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС), но и требованиям, которые предъявляет к выпускникам вузов работодатель. Компетентностный подход в обучении предполагает ориентацию учебного заведения на развитие определенных компетенций у студентов. При этом возникает проблема оценки данных компетенций, которая стоит перед разработчиками аттестационных и аккредитационных педагогических измерительных материалов.

Поскольку компетентность является интегральной характеристикой, ее можно рассматривать как некоторую объективную реальность образовательного процесса с характерными признаками сложных систем, исследование которых предполагает решение задач, связанных с их отображением и развитием.



Любая компетенция обеспечивается рядом дисциплин. Для оценки уровня освоения компетенции студентом, необходимо найти оптимальный подход с единой системой используемых технологии, выполнения условий сопоставимости результатов оценивания [1]. Решением этой проблемы может стать использование информационных технологий моделирования образовательного процесса, то есть **автоматизированный накопительный метод**, который содержит два режима оценки уровня освоения компетенций. Первым является – полидисциплинарный экзамен, осуществляемый при завершении изучения всего блока дисциплин, которые обеспечивают конкретную компетенцию. Дополнительным средством оценки служит накопительный экзамен, то есть аттестация по дисциплине происходит сразу после завершения изучения учебного курса. При этом программное обеспечение позволяет отобразить не только уровень освоения всех дисциплин образовательной программы, реализующих определенную компетенцию, но и выборочную оценку.

Реализация первого режима построена на необходимости обеспечения проведения полидисциплинарного экзамена, то есть случайного программного выбора и формирования оценочного материала основных модулей дисциплин, которые осваивают эту компетенцию. Это позволит студенту применить свои знания, умения и навыки в условиях выбора данного «кусочка дисциплины» для получения конечного результата. Второй режим осуществляется выбором одной дисциплины, которая обеспечивает несколько компетенций. Для аттестации студентов программа должна разделить список тем дисциплины по компетенциям. В этом случае оценка компетенций будет происходить «долевым» методом. По результатам экзамена в любом режиме идет запись в «личное портфолио» студента и в базу данных внутри программы. После проведения экзамена в режиме полидисциплинарного экзамена фиксируется итоговый результат освоения компетенции студентом. После аттестации в режиме «накопительный экзамен» происходит запись об уровне освоения компетенции на определенный момент обучения. После сдачи последующего экзамена, процедура записи повторяется, с единственным изменением уровня освоения компетенций. Таким образом, происходит постепенная накопительная оценка освоения компетенции каждого студента. Открытость программы позволяет организовать общий доступ к мониторингу уровня освоения компетенции по конкретному студенту с использованием АСУБД «Рейтинг» на сайте вуза и просмотр потенциальным работодателем результатов тестирований, что обеспечит отбор определенных студентов для прохождения практик и дальнейшего трудоустройства.

Следует также отметить, что при оценке компетенций обязательна обратная связь, т.е. предоставление студенту развернутого отзыва о выполненной им работе с указанием сильных и слабых сторон, а также конкретных рекомендаций по устранению недостатков. Организованная обратная связь может стать дополнительным мотивационным фактором для дальнейшего обучения и развития студента в рамках выбранного им направления подготовки. При реализации и разработке заданий задействованы все возможности информационных



технологий (рисунок 1), что позволяет сформировать тестовый материал с разнообразными видами оценки.

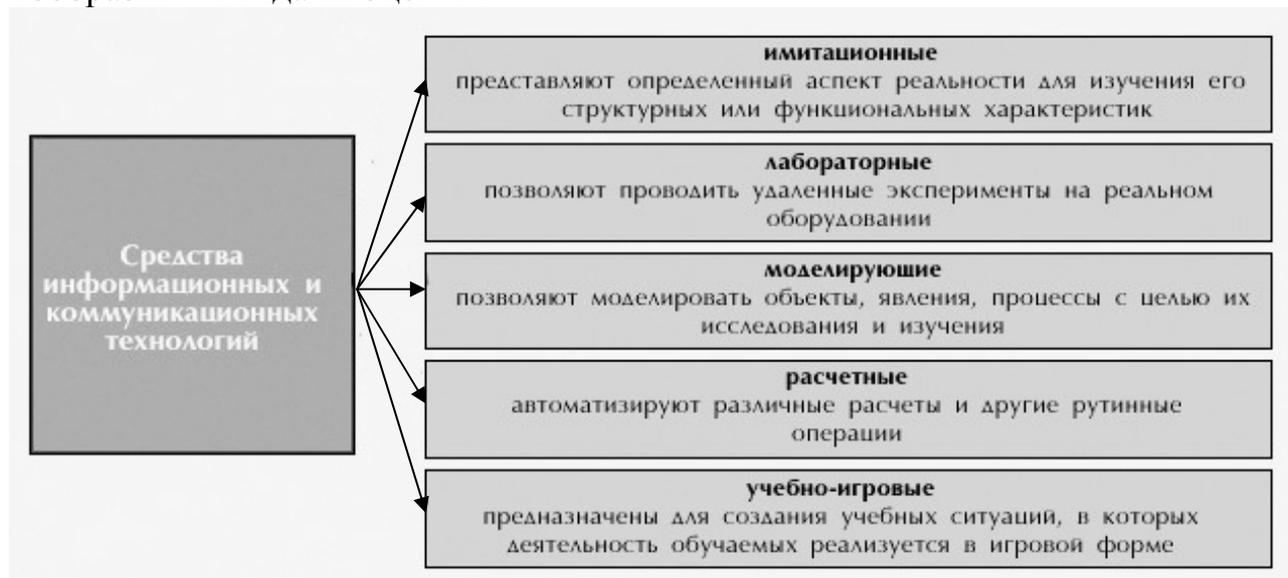


Рис. 1. Средства информационных и коммуникационных технологий

Следовательно, реализация накопительного метода и интеграция его с системами моделирования образовательного процесса вуза оптимизирует процесс оценки компетенций студентов, отражающих необходимый уровень профессиональной подготовки выпускников. Объективная оценка компетенций позволит своевременно организовать управленческие воспитательные психолого-педагогические меры по развитию и саморазвитию студентов в целях их эффективного продвижения на различных этапах обучения в вузе.

Литература

1. Ефремова, Н.Ф. Оценка качества подготовки обучающихся в рамках требования ФГОС ВПО: создание фондов оценочных средств для аттестации студентов вузов при реализации компетентно - ориентированных ООП ВПО нового поколения [Текст] / Н.Ф. Ефремова, В.Г. Казанович // Установочные организационно-методические материалы тематического семинарского цикла. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. – 36 с.

А.О. Григорьев, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «3DUCATION»

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Образовательная сфера – та область человеческой деятельности, в которой крайне важно уделять внимание научным достижениям и прогрессивным технологиям. При этом новая информация должна становиться не только мате-



риалом для изучения, ее следует также использовать для совершенствования методов обучения. С развитием информационных и коммуникационных технологий появилась возможность реформировать учебный процесс, сделав его более эффективным и удобным как для учеников, так и для преподавателей.

Так, в настоящее время перспективной выглядит концепция использования так называемых виртуальных миров в рамках дистанционного обучения. Понятие виртуального мира связано с комплексным воздействием на ученика с использованием различных средств мультимедиа: графических, звуковых и прочих, - что позволяет сделать процесс обучения более увлекательным. Кроме того, такие системы позволяют более наглядно соотнести полученные теоретические знания с решением практических задач, смоделированных в рамках системы в виде совокупности трехмерных виртуальных объектов.

Однако при внедрении подобных систем приходится столкнуться с рядом трудностей. Виртуальные миры удобны для обучения, но для организации сопутствующих процессов, таких, например, как наблюдение за успеваемостью или организация доступа к справочным материалам, зачастую выгоднее использовать иные системы. Поэтому для полноценной работы ученики и преподаватели вынуждены пользоваться целым комплексом систем, каждая из которых должна иметь собственную систему авторизации и аутентификации. Это доставляет лишние неприятности как пользователям, которые вынуждены помнить данные нескольких учетных записей, так и администраторам, которым становится намного сложнее обеспечивать нормальную работу нескольких систем.

Эта проблема решена в виртуальной обучающей системе «3Ducation», разрабатываемой на кафедре программных систем СГАУ. Данная система предназначена для использования слушателями Школы информатики СГАУ, изучающими курс «Основы информатики и программирования», и предоставляет широкие возможности по организации дистанционного обучения школьников в игровой форме. Она интегрирована в информационное пространство школы информатики СГАУ наряду с сайтом школы информатики, сайтом дистанционного обучения и АИС «Школа информатики СГАУ», в базе данных которой хранится вся персональная информация слушателей школы.

Решение проблемы заключается в том, что функция авторизации пользователя (слушателя) возложена на АИС «Школа информатики СГАУ». Когда ученик желает воспользоваться системой «3Ducation», его автоматически перенаправляют на сайт АИС, где и производится регистрация и проверка правильности заполнения учетных записей, а системе передается вся необходимая информация через базу данных. С точки зрения пользователя это позволяет рассматривать комплекс систем как единое целое, при этом сохраняется их логическая и функциональная независимость. Такой централизованный подход позволяет упростить работу с информационными системами школы информатики СГАУ, а также сделать их более устойчивыми к угрозам безопасности.



В.Э. Джашитов, В.М. Панкратов, А.В. Голиков

ИННОВАЦИОННЫЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ТОЧНЫМ НАУКАМ

(Институт проблем точной механики управления РАН, г. Саратов)

Современные требования к обучению точным наукам (теоретическая и техническая механика, теория гироскопов, приборы и системы ориентации и навигации, математическое моделирование в приборостроении и др.) чрезвычайно высоки. Изучаемые теоретические положения, практические примеры и задачи в таких курсах являются весьма сложными, как по содержанию, так и по форме представления учебного материала.

С другой стороны, имеющиеся возможности позволяют проводить образовательный процесс не только с помощью “мела и доски”, но и с помощью современных стандартных и специальных программных средств, компьютера и мультимедийного проектора.

Цель: подготовка научно-образованных разработчиков современной мехатронной, навигационной и другой техники и систем управления; углубленное и наглядное изучение фундаментальных и прикладных научных аспектов исследования динамических систем.

Ключевые задачи: - реализация инновационного подхода к обучению точным наукам на основе создания мультимедийных комплексов с программой динамической визуализации; - существенное повышение эффективности обучения; - разработка новой методики применения мультимедийных средств обучения и экспресс-контроля знаний; - создание программного обеспечения и внедрение новых мультимедийных технологий в образовательный процесс по точным наукам.

Предлагаемый подход основан на концепции и положениях [1-3] современных мультимедийных информационных технологий. В основе компьютерных Лекций и Практикума – книги, учебники и сборники задач выдающихся отечественных и зарубежных ученых и оригинальные работы [4-10] авторов этого доклада.

К настоящему моменту, авторами разработаны и используются в научном и учебном процессе следующие мультимедийные комплексы по точным наукам:

I. Мультимедийный курс теоретической механики: Теория и компьютерный эксперимент. II. Общая и прикладная теория гироскопов. III. Математические модели температурно-возмущенных датчиков физических величин. IV. Компьютерные Практикумы по теоретической механике и теории гироскопов с набором задач, программными средствами и содержательными тестами экспресс-контроля знаний.

Содержание мультимедийных комплексов соответствует принятым образовательным программам России. Например, Лекции и Практикум по теорети-



ческой механике включают базовые разделы (статика, кинематика и динамика) и дополнительные разделы (элементы аналитической механики, теории гироскопов, нелинейной динамики и теории детерминированного хаоса). Лекции и Практикум по теории гироскопов охватывают как основные “классические” гироскопы с быстровращающимся ротором, так и современные волновые твердотельные, волоконно-оптические, микромеханические и другие типы гироскопов.

Основные положения и особенности предлагаемого подхода.

1. Лекции и Практикум представляются в виде пакетов презентационных слайдов в программной среде MS PowerPoint и банков разработанных программ *динамической визуализации* движения механизмов, динамических систем, принципов действия гироскопов и т.д.

2. Предусмотрено компьютерное моделирование и *динамическая двух- и трехмерная визуализация* кинематики и динамики механизмов и феноменов механического движения. Для *динамической визуализации* разработано программное обеспечение. При этом использована среда программирования Borland C++ Builder и графический интерфейс Open GL. Вызов специализированных программ из презентаций MS PowerPoint осуществляется с помощью гиперссылок.

Важнейшая особенность и отличие от существующих подходов заключается в том, что динамическая визуализация осуществляется на основе полученных уравнений движения и других математических моделей приборов, механизмов и физических процессов. Это не 3-D, не Flash и не другая анимация, а визуализация результатов математического моделирования технических систем и физических процессов.

Разработанные оригинальные программы динамической визуализации и составляют “Know How” предлагаемого подхода. Программы динамической визуализации полностью автономны, используют стандартные возможности Windows и не требуют установки на компьютер никаких универсальных и специальных программных систем.

Компьютерное моделирование и динамическая визуализация позволяют изучить физические процессы и разнообразные феномены механического движения. Возможна в интерактивном режиме оценка влияния параметров на работу механизмов и систем, наглядное представление функционирования различных типов приборов.

3. В рамках мультимедийных комплексов созданы банки практических и учебно-исследовательских задач по теоретической механике (более 120) и теории гироскопов (более 100). Количество компьютерных моделей с широким диапазоном настроек по теоретической механике более 35, по теории гироскопов более 20.

Для экспресс-контроля знаний разработан универсальный программный комплекс и содержательные тесты. Программный комплекс для тестирования представляет собой систему управления базами данных. Он состоит из двух программ – редактора банка для создания, наполнения и редактирования зада-



ний для тестирования и тестера для экспресс-контроля знаний и оценки практических умений. Программный комплекс является автономной системой, не требует инсталляции, распространяется посредством обычного копирования и работает в любой операционной системе семейства Windows.

4. При чтении лекций и проведении Практикума используется ноутбук, экран и мультимедийный проектор с достаточной яркостью.

Практическая реализация

Мультимедийные комплексы разработаны каждый в электронном и печатном вариантах (книга + CD), неразрывно связанных друг с другом.

Мультимедийные Лекции по теоретической механике и теории гироскопов разработаны и изданы [7,10], рис.1; мультимедийные Практикумы с тестами экспресс-контроля по этим наукам разработаны и приняты к печати.



Рис.1

Мультимедийные комплексы предназначены как для преподавателей, так и могут быть использованы для дистанционного обучения и самообучения студентов и аспирантов.

Возможности и преимущества предлагаемого подхода

Существенное повышение производительности и качества обучения.

Один и тот же объем сложного учебного материала преподается с высоким качеством и за значительно меньшее время (по предварительным оценкам, в 2 и более раз), чем при традиционной методике.

Гибкая и эффективная система модернизации учебного материала.

Возможность демонстрации (фото, видео, дополнительные презентации и др.) реальных конструкций приборов и механизмов, их работы, исторических, документальных и др. материалов.



Требования к аппаратному оборудованию

Наличие компьютера (ноутбука). Достаточные размеры экрана. Яркость (от 2500 люмен) и контрастность изображения от проектора.

Главная перспектива

Разработка и внедрение новых мультимедийных средств по основным и специальным курсам точных наук.

Заключение

Авторы надеются, что предложенный инновационный подход к обучению точным наукам и разработанные мультимедийные программные комплексы внесут свой вклад в распространение новых знаний и внедрение альтернативных подходов в инженерном образовании.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ по проекту 13-08-00355а.

Литература

1. Норенков И.П., Зимин А.М. Информационные технологии в образовании. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 352 с. (Сер. Информатика в техническом университете).
2. Информатизация образования: направления, средства, технологии: Пособие для системы повышения квалификации / Под общ. ред. С.И. Маслова. — М.: Издательство МЭИ, 2004. - 868 с.
3. Соловов А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. – Самара: «Новая техника», 2006. – 462 с.
4. Пешехонов В.Г., Несенюк Л.П., Грязин Д.Г., Некрасов Я.А., Евстифеев М.И., Блажнов Б.А., Аксененко В.Д. Инерциальные модули на микромеханических датчиках. Разработка и результаты испытаний //Юбилейная XV С.-Петербургская Международная конференция по интегрированным навигационным системам. С.-Петербург, ЦНИИ “Электроприбор” 2008. С.9-15.
5. Джашидов В.Э., Панкратов В.М. Датчики, приборы и системы авиакосмического и морского приборостроения в условиях тепловых воздействий. /Под общей редакцией академика РАН В.Г. Пешехонова. С.-Петербург: ГНЦ РФ ЦНИИ “Электроприбор”, 2005. 404 с.
6. Джашидов В.Э., Панкратов В.М., Голиков А.В. Компьютерные научно-образовательные курсы лекций по теоретической механике, общей и прикладной теории гироскопов. //Гироскопия и навигация", С.-Петербург: изд-во ГНЦ РФ ЦНИИ "Электроприбор", №1, 2009. с.113-121.
7. Джашидов В.Э. и др. Общая и прикладная теория гироскопов с применением компьютерных технологий / В.Э. Джашидов, В.М. Панкратов, А.В. Голиков / Под общей редакцией академика РАН В.Г. Пешехонова. СПб.: ГНЦ РФ ОАО “Концерн “ЦНИИ “Электроприбор”, 2010. -154 с.
8. Джашидов В.Э., Панкратов В.М., Голиков А.В. Мультимедийные информационно-компьютерные технологии в научно-образовательных курсах лекций и экспресс-контроле знаний по точным наукам //Информационные технологии. 2011. №1 (173). С. 44-48.



9. V.E. Dzhashitov, V.M. Pankratov, A.V. Golikov Computer course in the applied theory of gyros // IEEE AEROSPACE and ELECTRONIC SYSTEMS MAGAZINE, October 2008. ISSN 0885-8985, Volume Twenty Three, Number Ten, Part q of 2, P.18-21.

10. Джашитов В.Э., Панкратов В.М., Голиков А.В. Мультимедийный курс теоретической механики: Теория и компьютерный эксперимент. 29 лекций с раздаточным материалом. 24 компьютерные модели физических систем с широким диапазоном настроек. М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2011.– 296 с.

М.Д. Емелёва, Л.В. Миниярова

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ

(Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы)

Долгое время единственной формой контроля уровня ЗУНов (знаний, умений, навыков), как итогового, так и промежуточного, оставалась контрольная работа. В этом случае педагог оставаться в неведении относительно личного роста учащегося.

На сегодняшний день остро встал вопрос о совершенствовании учебного процесса. Но как же его осуществить? Как сделать контроль уровня ЗУНов качественным и гибким для преподавателей, и в тоже время интересным и увлекательным для учащихся? Для этого необходимо формирование и внедрения новых нетрадиционных форм обучения. Изменение форм обучения, несомненно, повлечет за собой изменение в системе контроля уровня ЗУНов. Она с одной стороны, должна организовывать контроль уровня ЗУНов, а с другой стороны – помогать развитию интеллектуальных и творческих способностей учащихся, повышают мотивированность к учению.

Нетрадиционные формы контроля, несомненно, в какой-то степени похожи на традиционные формы проведения контроля. Это связано с тем, что традиционные формы проведения контроля служат основой, своеобразным фундаментом для нетрадиционных форм контроля. Но, в сравнении с традиционными формами, нетрадиционные формы проведения контроля имеют массу преимуществ. К ним можно отнести:

- учет эмоционального состояния ученика;
- игровой формой работы (чаще всего);
- уважительное отношение педагога не только к детскому знанию, но и к незнанию;
- отказ от шаблонности, от рутины и формализма;
- более широкими возможностями развития памяти, внимания, мышления;
- воспитания каждой личности и коллектива в целом.



Существует множество нетрадиционных форм организации контроля. Можно выделить следующие виды нетрадиционных форм организации контроля (перечисли некоторые, самые известные и распространенные):

- защита рефератов;
- защита творческих работ;
- защита проектов;
- конференции;
- викторины;
- кроссворды;
- различные конкурсы;
- уроки-семинары.

Защита творческих работ

Творческие работы представляют собой поиск наиболее рационального решения заданий, самостоятельный анализ явлений, событий, образов, критические очерки, сочинения на свободную тему, сочинение собственных произведений (стихов, рассказов и т. д.), написание статей, разработка своих собственных программных продуктов, рисование картин и т.д.

Творческая работа студента это его самостоятельная работа, выражение его видения той или иной проблемы и её решение. Благодаря выполнению творческой работы, ученик формируют суждения, взгляды, оценку, своё отношение к той области знаний.

Творческая работа помогает студенту:

- овладевать умениями самостоятельно добывать новые знания;
- доказывать истинность или ложность того или иного теоретического положения;
- искать и находить целесообразные способы выполнения практических работ.

В самостоятельной работе учащийся может по-новому решить известную ему задачу или использовать усвоенные знания в новых условиях. В рамках данной ситуации самостоятельность выступает, как критерий умения учащегося творчески применить знания в определенных условиях для достижения полезного результата.

Умение творчески применять знания на практике предъявляет к учащемуся высокие требования, такие как:

- интеллектуальность;
- самостоятельность;
- уметь планировать свою деятельность;
- умение формулировать цели;
- умение выдвигать гипотезы, доказывать и обосновывать их.

Защита рефератов

Одной из самых распространенных нетрадиционных форм организации контроля в области образования является защита рефератов. Данная методика даёт возможность комплексно и качественно оценить уровень, как предметной



составляющей деятельности учащегося, так и непредметных (коммуникативных, интеллектуальных и т.д.) умений.

Реферат – представляет собой написанное от руки или печатное выступление (доклад) по определённой теме, в котором собрана информация из одного или нескольких первоисточников. Реферативная работа предъявляет к учащимся высокие требования. Это и умение анализировать и обобщать различного рода информацию, и умение самостоятельного поиска в различных первоисточниках.

Данная методика требует четкой организации, как процесса подготовки, так и собственно защиты реферата.

Этапы реализации методики:

1. *Утверждение темы рефератов.* При организации данного этапа следует учитывать индивидуальные особенности каждого учащегося (будь то уровень его подготовки или личные интересы). Самым подходящим вариантом организации данного этапа является предложение определенного набора готовых тем с возможностью их выбора учащимися, а так же с возможностью учащимся предложения своих тем.

2. *Руководство подготовкой реферата.* На этом этапе учащиеся получают советы по оформлению своей работы, рекомендации по поиску и подбору первоисточников. На данном этапе также очень важно учитывать индивидуальные особенности учащихся. Это следует делать через смену уровней участия руководителя в исследовании конкретного учащегося.

3. *Написание и составление реферата.* Это исключительно самостоятельная работа учащегося. Он должен приложить трудолюбие, применить свои знания, умения и навыки, затратить достаточное количество времени и сил.

4. *Защита реферата.* На данном этапе происходит основная оценка успехов учащихся в освоении и переработки предложенной (выбранной) теме. Каждый учащийся делает доклад (8 – 10 минут) по главным идеям и основной информации, содержащиеся в реферате. При этом желательно использование наглядных средств предъявления информации: презентаций, схем, картинок, плакатов, раздаточного материала.

Работа оценивается по нескольким показателям:

- глубине раскрытия темы;
- правильности употребления терминологии;
- количеству и качеству использованных источников информации;
- обоснованности выводов;
- свободе владения темой;
- умению ответить на вопрос своими словами;
- уверенности в себе и уважительному отношению к оппонентам;
- оформлению работы.

Метод защиты проектов

Метод проектов — это способ достижения дидактической цели через детальную разработку проблемы (технологию), которая должна завершиться



вполне реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом (проф. Е. С. Полат).

Данный метод дает возможность учащимся самостоятельного приобретать знаний в процессе решения практических задач или различного рода проблем. Для этого, чаще всего, требуется интеграция знаний из различных предметных областей. Исходя из этого, можно сделать вывод, что в основе метода проектов лежит развитие познавательных навыков учащихся, умений самостоятельно конструировать свои знания, ориентироваться в информационном пространстве, развитие критического и творческого мышления.

В процессе выполнения задания в рамках метода защиты проектов формируются следующие умения и навыки:

- рефлексивные умения;
- поисковые (исследовательские) умения;
- умения и навыки работы в сотрудничестве;
- коммуникативные умения;
- презентационные умения и навыки.

Кроссворд

Кроссворд — это головоломка, представляющая собой переплетение рядов клеточек, которые заполняются словами по заданным значениям.

Кроссворды применяются для контроля знаний учащихся по различным темам и подтемам предмета. Это интересная и, можно сказать, развлекательная форма организации контроля для учащихся. Кроссворды могут быть направлены как на проверку базовых знаний учащихся по текущему материалу, так и на общую проверку знаний по большому блоку материала. Количество вопросов в кроссворде может варьироваться, в зависимости целей и желания преподавателя. Чаще всего кроссворды состоят из 10-20 вопросов.

Но следует учитывать, что данный метод проверки может считаться только дополнительным к известным методам контроля, поскольку не дает возможности проверить глубину понимания изученного материала.

Викторина

Викторина – это совокупность не менее десяти вопросов по определенной тематике, на которые необходимо дать краткие и емкие ответы.

Викторину, как метод контроля рекомендуется включать в учебный процесс на начальной стадии урока или на стадии его завершения. Первый вариант позволяет реализовать контроль или актуализацию знаний, второй способствует закреплению и контролю уровня усвоения материала.

На проведение викторины в среднем отводится 5-6 минут. В самом её начале преподаватель объявляет тему. После объявления темы задается не менее десяти вопросов, на которые обучаемые дают ответы. Далее следует серия обобщающих вопросов или заданий, ответы на которые непосредственно оцениваются учителем. После завершения викторины следует подсчитать результаты и подвести итоги.



Какой именно формой контроля уровня ЗУНов пользоваться на уроке, традиционной или нетрадиционной, может решить только сам преподаватель. Его выбор будет зависеть, как от целей проверки, так и от его личных предпочтений. Главное что б уровень проверки оказался верным и достоверно раскрывал возможности учащихся!

Литература

1. Современная гимназия: взгляд теоретика и практика/ Под ред. Е.С.Полат – М., 2000.
2. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Под ред. Е.С.Полат – М., 2000
3. Полат Е.С. Типология телекоммуникационных проектов. Наука и школа - № 4, 1997
4. <http://schools.keldysh.ru/labmro/lib/polat2.htm> МЕТОД ПРОЕКТОВ. д.п.н., проф. ПОЛАТ Е.С., ИОСО РАО, доступ свободный

М.Д. Емелёва, Л.В.Миниярова

РАЗРАБОТКА ДИЗАЙНА WEB-СТРАНИЦЫ ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ В ПРОГРАММЕ ADOBE PHOTOSHOP CS3

(Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы)

Разработка дизайна Web-страницы для начинающих в программе AdobePhotoshop CS3 требует определенной сноровки. Для этого нужно иметь представление о работе с этой программой и хотя бы небольшой практический опыт.

Для создания дизайна Web-страницы открываем AdobePhotoshop CS3 и создаем новый документ **Файл → Новый**. Здесь нам необходимо сразу указать некоторые параметры: ширина-800 пикселей, высота – 900пикселей, разрешение – 72 пикселя на дюйм.

Откроется новый пустой документ. Это заготовка буряющего Web-сайта.Далее необходимо, разбить данный лист на составные части: шапку сайта, кнопки основного и дочернего меню, 2 баннера в нижней части сайта. Для этого нам понадобятся направляющие.

Что б появилась линейка направляющих нужно её включить. Для этого в главном меню выбираем: **Просмотр → Линейки** и перетаскиванием мыши прямо с линейки вытаскивайте направляющие и разбивайте наш шаблон, как показано на рисунках ниже (рис.1).

Для наглядности необходимо сразу закрасить фон будущего Web-сайта. Фон будет закрасен узором. Для этого создается новый слой, в главном меню выбираем **Слой →Новый →Слой (Fhift+Ctrl+N)**.

Далее в главном меню выбираем **Редактирование → Выполнить** заливку и вводим данные как на рисунке ниже (рис.2).

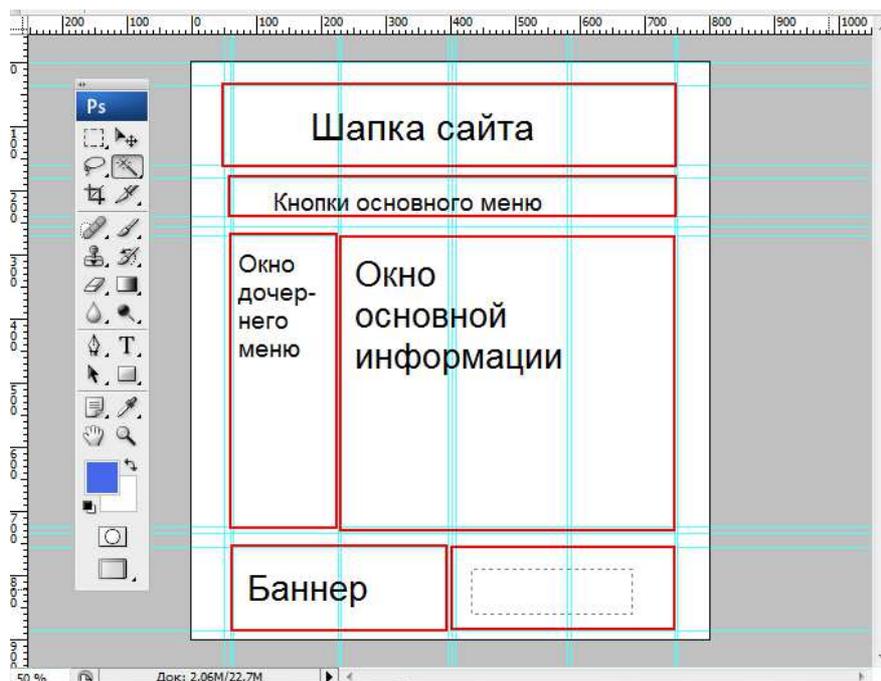


Рис. 1. Выделение рабочих частей

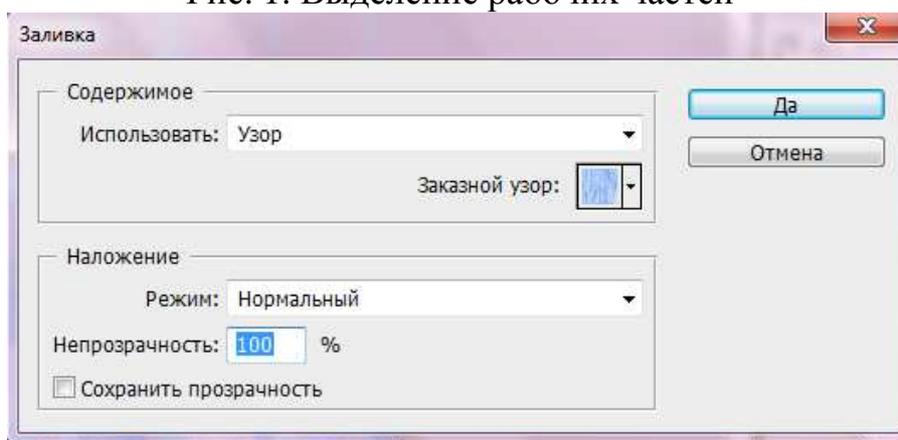


Рис. 2. Окно заливки

Теперь необходимо выделить все основные области будущего Web-сайта. Для этого создаётся ещё один слой (Shift+Ctrl+N). Инструментом «Прямоугольная область» выделяется каждый участок составных частей будущего Web-сайта, ориентируясь по направляющим и создавая каждый раз новый слой, для каждой составной части в отдельности, не снимая выделения. Далее в главном меню выбираем **Редактирование** → **Выполнить заливку** и вводим данные как на рисунке ниже (рис.3).

Затем в область шапки будущего Web-сайта помещается значок Adobe Photoshop. Для этого поместим изображение значка в буфер обмена. Далее в главном меню выбираем **Редактирование** → **Вклеить** (Ctrl+V) и размещается так, как это необходима. Дальнейшее оформление шапки происходит по желанию пользователя.

Далее дорисовываются основные составные части будущего Web-сайта. Переключимся на слой, где находится заливка “Окна дочернего меню”. С помощью инструмента “Волшебная палочка” выделим заливку “Окна дочер-



него меню”, используя следующие параметры настройки инструмента “Волшебная палочка ” (рис.4).

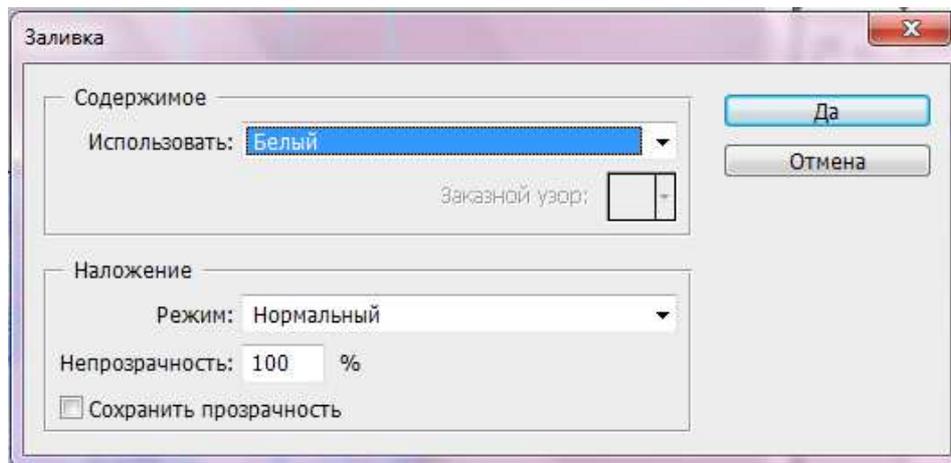


Рис. 3. Окно заливки

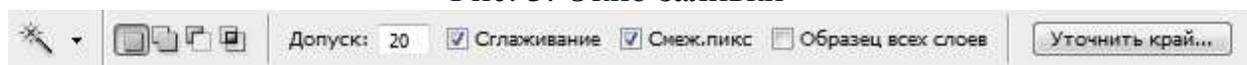


Рис.4. Меню инструмента “Волшебная палочка ”

Далее выбираем инструмент “Градиент” , и ставим настройки как на рисунке ниже (рис.5) и выполняем заливку градиентом выделенной области:

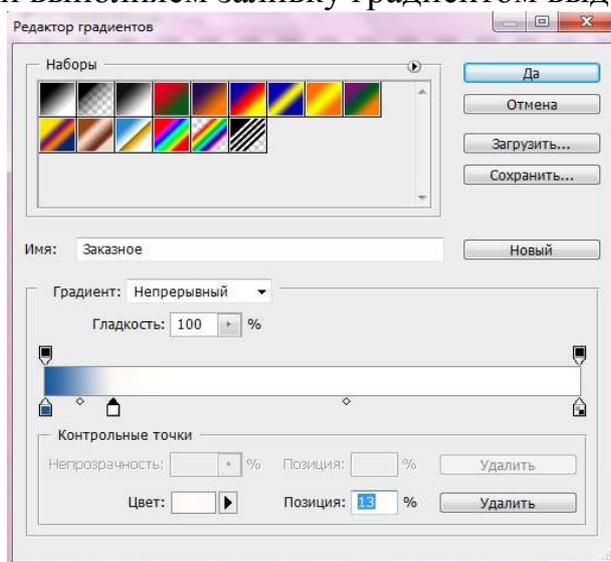


Рис. 5. Редактор градиентов

Тоже самое проделываем с областями “Окна основной информации” и “Левого нижнего баннера”.

Далее продолжим оформление ”Левого нижнего баннера”. Для этого создадим надпись “Присоединяйтесь к нам в : ” и далее при помощи инструмента “Горизонтальный текст” , используя следующие настройки инструмента (рис.6).

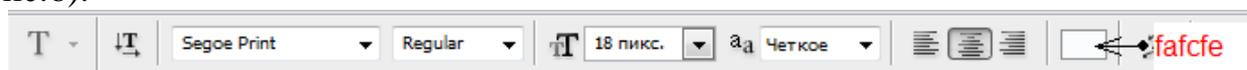


Рис. 6. Окно “Горизонтальный текст”



Далее переключаемся на слой с надписью “Присоединяйтесь к нам в :”, делаем клик правой кнопкой мыши и в появившемся меню выбираем пункт “Параметры наложения” и ставим настройки как на рисунке ниже (рис.7):

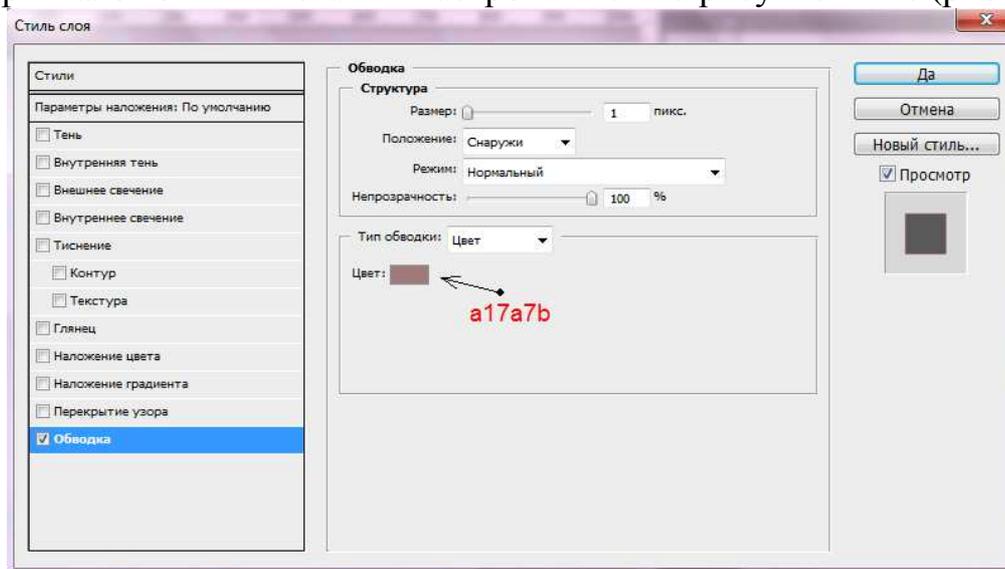


Рис. 7. Меню стиля слоя

Так же добавляем в зону “Главного меню” надпись: ”Меню” и в зону “Основной информации” название текста, которое будет там представлена и саму информацию (текст) и добавляем значки социальных сетей в область ”Левого нижнего баннера” (рис.8).

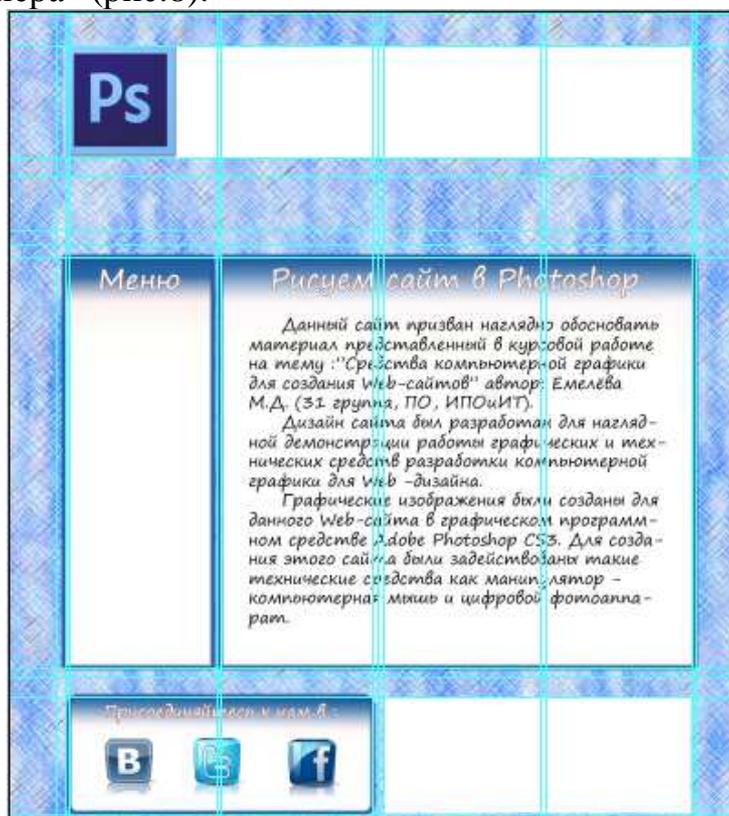


Рис. 8. Оформление основных элементов проекта

Далее переходим к рисованию кнопок меню будущего Web-сайта. Создаём новый слой (Fhift+Ctrl+N). И при помощи зажатого Alt и инструмента



«Прямоугольная область» создаём рамку бедующей кнопки. Не снимая выделения, выбираем в главном меню **Редактирование** → **Выполнить** заливку выбрав цвет #47599C.

Для каждой из четырёх кнопок создаём новый слой, копируем и перетаскиваем рамку на каждую кнопку, на соответствующий ей слой, ориентируясь по направляющим (рис.9).



Рис. 9. Кнопки

При помощи инструмента “Горизонтальный текст” **T**, в каждой кнопке прописываем её название, при этом новый слой с текстом будет создаваться автоматически, применив следующие настройки инструмента “Горизонтальный текст” (цвет #4568EA) (рис.10):

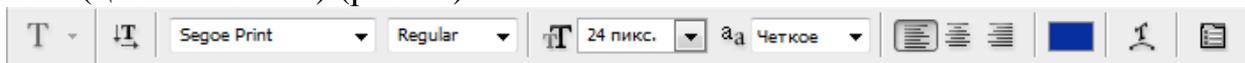


Рис.10. Окно “Горизонтальный текст”

Выбирается любой слой с названием кнопки и делается клик по нему правой кнопкой мыши. В появившемся меню, клик на пункт “Параметры наложения”. Применяем следующие параметры (рис.11):

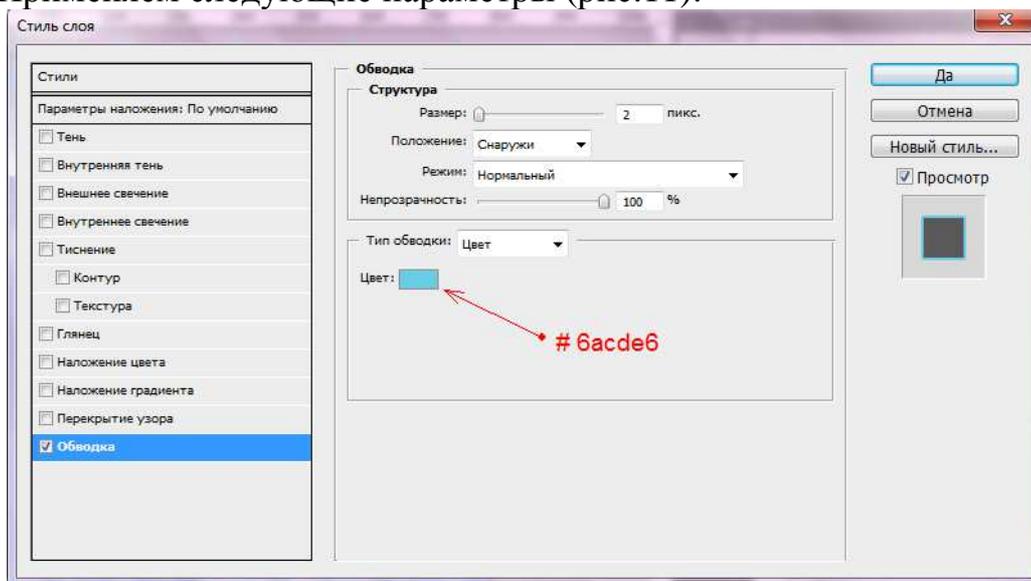


Рис .11. Окно “Горизонтальный текст”. Меню стиля слоя

Делаем клик правой кнопкой мыши по этому слою и в появившемся меню выбираем “Скопировать стиль слоя” (рис. 12):

Поочередно делаем клик правой кнопкой мыши по каждому слою с названием кнопок и в появившемся меню выбираем пункт “Вклеить стиль слоя”.

Далее создаются кнопки дочернего меню. Для этого создадим новый слой (Fhift+Ctrl+N). Выберем слой с одной из рамок для кнопки и с помощью инструмента “Волшебная палочка”  выделим рамку, используя следующие параметры настройки инструмента “Волшебная палочка ” (рис.12):

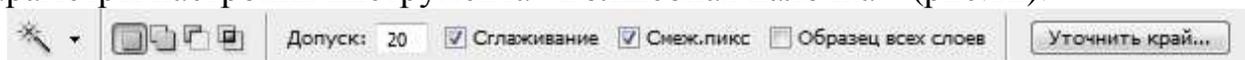


Рис. 12. Меню инструмента “Волшебная палочка ”



Не снимая выделения, делаем клик правой мыши по экрану и в появившемся меню выбираем пункт “Скопировать на новый слой”. Далее начинаем заполнять зону “Дочернего меню” рамками от кнопок, создавая новый слой, для каждой новой кнопки. При помощи инструмента “Горизонтальный текст” в каждой кнопке прописываем её название, при этом новый слой с текстом будет создаваться автоматически, применив следующие настройки инструмента “Горизонтальный текст” (цвет #4568EA) (рис.13) :

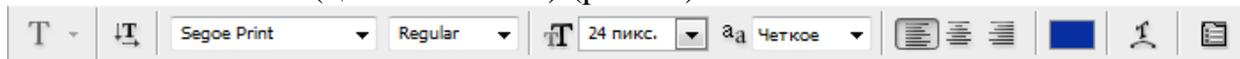


Рис. 13. Окно “Горизонтальный текст”

Поочередно делаем клик правой кнопкой мыши по каждому слою с названием кнопок и в появившемся меню выбираем пункт “Вклеить стиль слоя”.

И получаем конечный результат. Осталось только сделать раскройку сайта и сохранить его составные части (рис.14).

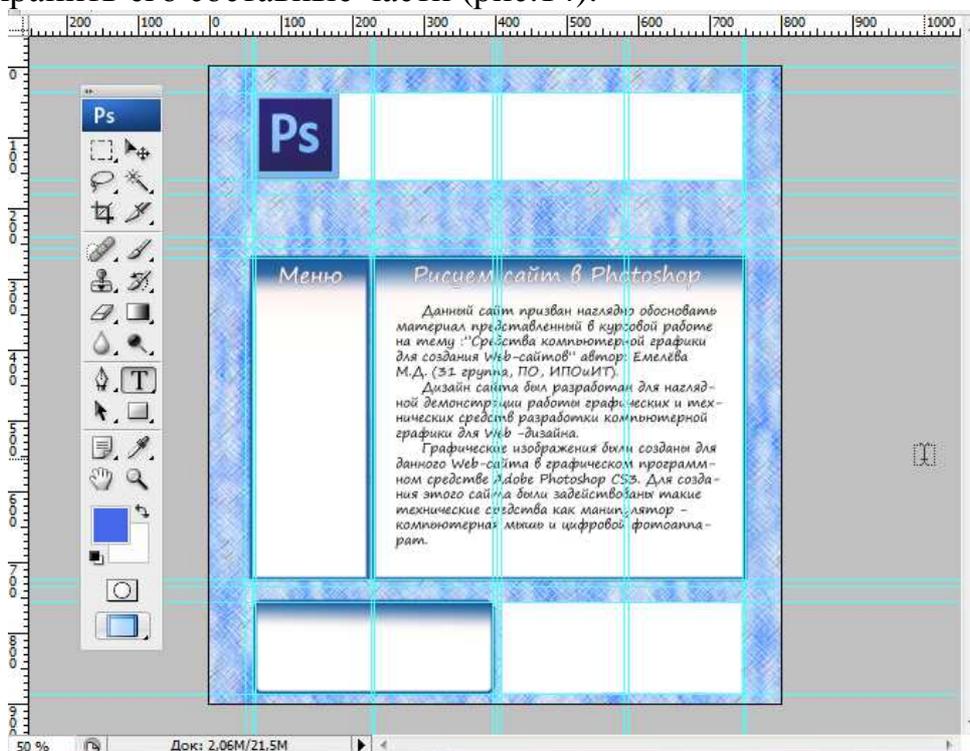


Рис. 14. Вид окна

Раскройка осуществляется инструментом “Раскройка” . Основные составные части будущего Web-сайта были выделены в начале описания. Осталось только выделить их инструментом “Раскройка”, для удобства и точности нужно пользоваться направляющими. Раскроенный сайт будет выглядеть так (рис.15).

Сохраним наш проект. Прежде чем сохранить проект нужно удостовериться, что нет ошибок и всё сделано как нужно. Если всё хорошо. Нужно выбрать в главном меню **Файл** → **Сохранить для WEB и устройств**. На этом создание дизайна будущего Web-сайта завершено.



Рис. 15 Раскройка

По материалам сайта <http://www.photoshop-master.ru/lessons.php?rub=4>

М.Д. Емелёва, Л.В. Миниярова

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ В СРЕДЕ FLASH

(Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы)

Современный урок – урок, соответствующий нынешним требованиям подготовки конкурентоспособного выпускника. Современный урок должен быть одновременно интересным и познавательным. Без этих составляющих учебный процесс быстро наскучит учащимся, а материал, подаваемый на уроке, не будет ими усвоен. Этого ни в коем случае нельзя допускать! Но что же может помочь обеспечить современный урок столь важными составляющими? Конечно же, это интерактивность!

Интерактивность – это способность информационно-коммуникационной системы, активно и адекватно реагировать на действия пользователя. Такое свойство считается признаком того, что система «умная», то есть обладает каким-то интеллектом. В данном случае под интерактивностью следует понимать обеспечение урока интерактивным сопровождением, то есть – интерактивными приложениями (педагогическими программными средствами).

Современный урок может сопровождаться различными педагогическими программными средствами. На данный момент в образовательном процессе применяется огромное множество различных интерактивных приложений:

- электронные учебники;
- программы-тренажеры;



- контролирующие средства (тестовые оболочки);
- справочные средства (энциклопедии);
- демонстрационные средства (слайд или видеофильмы);
- обещающие игры.

Одной из самых лучших компьютерных программа для разработки интерактивных приложений является среда разработки Flash. Flash-технологии представляют собой инструмент создания динамических демонстраций, основанных на использовании векторной графики в формате Shockwave Flash (SWF). Flash-технологии представляют собой уникальное совмещение графики, анимации и программирования в рамках одной программной среды.

Flash – прекрасная среда для создания пользовательских приложений. Возможности среды разработки Flash позволяют создать нестандартный интерфейс разрабатываемого проекта, а встроенный язык программирования ActionScript – "вдохнуть жизнь" в приложение (наполнить его интерактивными компонентами).

Многие молодые разработчики сталкиваются с тем, что не могут правильно разработать алгоритм и последовательности действий при создании своего интерактивного приложения в среде разработки Flash. Для решения данной проблемы, следует рассмотреть правильный алгоритм, на примере разработки приложения для проведения тестирования – “Тесты”.

Планирование проекта во Flash, следует разделить на два направления. Первое – это разработка дизайна, второе – программирование. Попытаемся получить представление о двух направлениях работы над созданием интерактивного приложения.

Этапы разработки интерактивного приложения на примере разработки приложения для проведения тестирования - “Тесты”:

- 1. Выбор темы.** Без выбора темы невозможно начать создание любого интерактивного приложения.
- 2. Детализация темы (разбиение на подтемы).** После определения основной темы, можно приступать к следующему шагу. А именно разбить основную тему на подтемы, по которым будет создана система тестов.
- 3. Сбор и систематизация материала.** На данном этапе осуществляется сбор, накопление и переработка материала по выбранной теме, и её систематизация. Разработка и написание тестовых заданий. Построение структурной модели в виде иерархической схемы будущей модели интерактивного приложения (см. рис. 1).
- 4. Создание роликов-моделей.** Создание и разработка роликов-моделей, которые будут сопровождать прохождение тестов (например, анимационные ролики, воспроизводимые после выбора верного или неверного ответа). Помещение готового материала в библиотеку.
- 5. Разработка интерфейса интерактивного приложения.** Прорисовка и создание дизайна всех элементов интерактивного приложения.



6. Создание главного окна, сборка созданных элементов. На основе разработанного дизайна интерфейса необходимо создать (собрать) окно интерактивного приложения. Поля для вывода текстовой, графической, видео информации могут быть совмещены, а могут располагаться в разных местах экрана.

В окне приложения должны присутствовать следующие элементы:

-заголовок;

-рабочее поле для вывода тестовых заданий и их результатов;

-многоуровневое или одноуровневое меню, соответствующее модели интерактивного приложения и его подтемам.

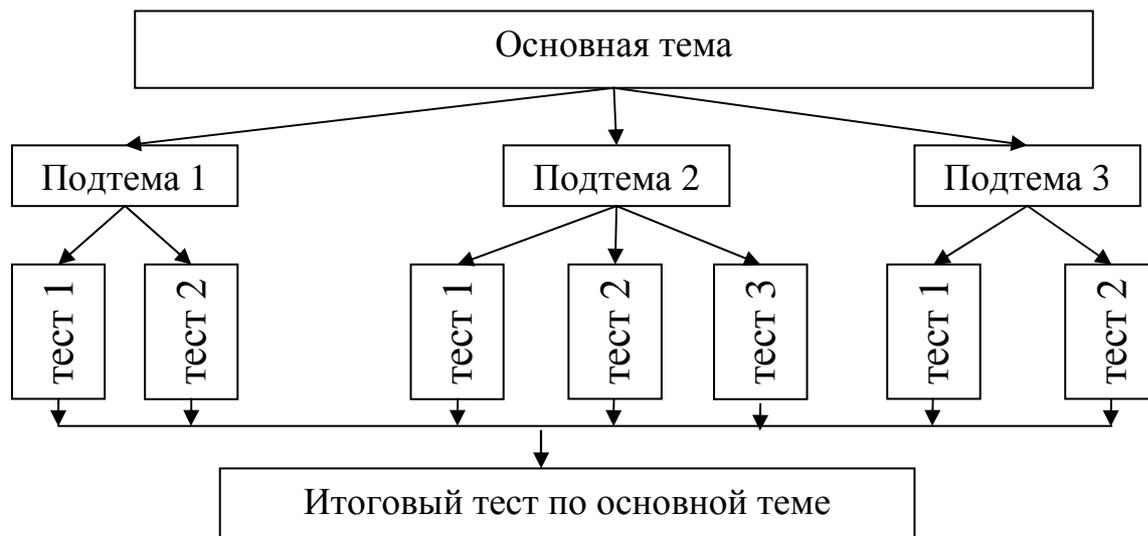


Рис. 1. Построение структурной модели в виде иерархической схемы

7. Работа с кнопками. Разработка и расстановка кнопок. В приложении должны присутствовать кнопки управления воспроизведением (остановкой) роликов. На панели с управляющими кнопками могут располагаться также поля для вывода справочной информации (номер вопроса тестирующего приложения, фраза "Верно (Неверно)" в тестах, кнопки "Ок", "Вперед", "Назад" и др.).

8. Разработка логотипа. Разработка логотипа компании или сборника тестов. Создавая логотип, следует помнить, что логотип должен представлять собой графический объект (назначение которого, например, снятие напряжения), символ, несущий идею, заложенную в освещаемой теме (рис. 2).

9. Программирование работы кнопок. На данном этапе происходит программирование кнопок при помощи встроенного в Flash языка программирования ActionScript. Это позволяет создать "отклик", то есть какое-либо действие, которым будет сопровождаться наведение на кнопку мышью или нажатие на неё. Так же Flash позволяет задать область действия кнопки (то есть, зону, в которой щелчок по кнопке или наведение на неё будет воспринято программой), благодаря этому можно создавать интересные интерактивные кнопки (например, какое либо действие будет происходить при нажатие на какую либо часть тела животного и.т.д.).

10. Финальное тестирование. На данном этапе необходимо проверить заполнение всех ключевых кадров элементами из библиотеки, организацию пере-



ходов между ними. Самое главное, нужно убедиться в том, что работа кнопок запрограммирована верно.

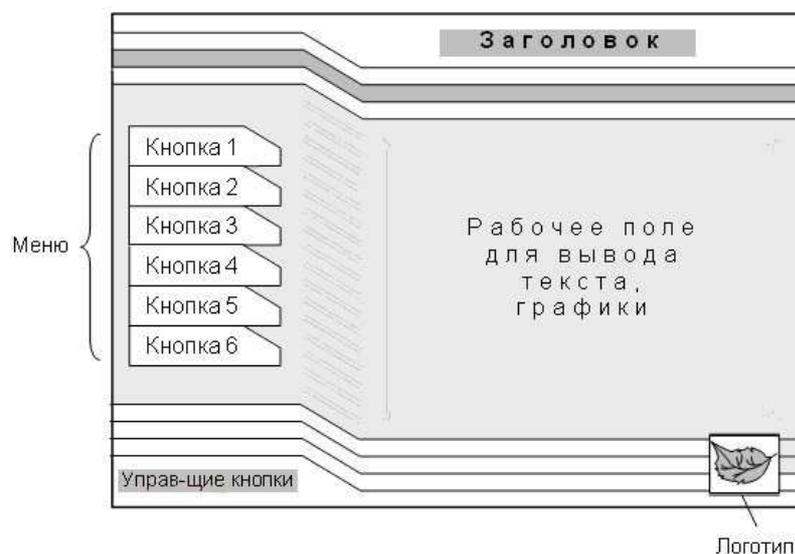


Рис. 2. Разработка главного окна интерактивного приложения

Пользуясь данным планом этапов разработки интерактивного приложения можно легко, без лишних затрат времени создать своё интерактивное приложение. Данный план может быть использован, как и “новичками”, так и “людьми с опытом”. Несомненно, он будет полезен любой категории разработчиков, ведь грамотно составленный план – это уже половина успешно выполненного дела.

Литература

1. Гурвиц, Майкл, Мак-Кейб, Лора. Использование Macromedia Flash MX. Специальное издание. Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. – 704 с.: ил. – Парал. тит. англ.
2. Уотролл Э., Гербер Н. Эффективная работа: Flash MX. – СПб.: Питер; Киев: BHV, 2003 – 720 с.: ил.
3. Владимир Ефименко. Создание интерактивных приложений в Adobe Flash [Электронный ресурс] //Интуит. Национальный открытый университет. URL: <http://www/intuit.ru/studies/courses/10477/1084/lecture/10813> (дата обращения: 06.10.2013).

И.Г. Лемешкина, Е.С. Павлова, И.В. Приходькова, О.А. Авдеюк

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ФАКУЛЬТЕТА АВТОМО- БИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

(Волгоградский государственный технический университет)

Современное развитие автомобильного транспорта основано на широком использовании компьютерной техники и новых информационных технологий. В процессе обучения на факультете автомобильного транспорта Волгоградско-



го государственного университета студенты знакомятся с процессами формирования информационных и материальных потоков на автомобильном транспорте, с ролью информации в процессах управления и принятия решений и технологиями обработки информационных данных.

Для решения задач оптимизации перевозок и планировании оптимальных маршрутов в геоинформационных системах (ГИС) в настоящее время применяется теория графов. Методы теории графов успешно решают задачи теории транспортных сетей – так называемые транспортные задачи, которые возникают при планировании наиболее рациональных перевозок грузов. В одних случаях это означает определение такого плана перевозок, при котором стоимость последних была бы минимальна, а в других – более важным является выигрыш по времени [1].

В процессе обучения студенты знакомятся со стандартизированными языками (DOT, GraphML, Trivial Graph Format, ILOG, GoView, Графоанализатор), применяемыми для описания графов в виде, пригодном для машинной обработки и одновременно удобном для человеческого восприятия. Использование этих программных сред позволяет автоматизировать процесс решения транспортных задач средствами информационных технологий.

Среди информационных технологий, используемых в автомобильном транспорте, отдельно следует выделить технологии искусственного интеллекта, направленные на повышение эффективности планирования перевозок, оптимизацию расписаний движения, распознавание транспортных средств и моделирование. Перспективным направлением информационных технологий с использованием методов искусственного интеллекта являются нейросетевые технологии (НСТ).

Нейронные сети представляют собой системы, имитирующие работу человеческого мозга посредством взаимодействия взаимосвязанных «нейронов».

К основным преимуществам НСТ можно отнести [2]:

- способность обучаться на множестве примеров в тех случаях, когда неизвестны функции зависимости между входными и выходными данными;
- способность успешно решать задачи, опираясь на неполную, искаженную и внутренне противоречивую входную информацию;
- возможность исключительно легко подключаться к базам данных, электронной почте и автоматизировать процесс ввода и первичной обработки данных;
- внутренний параллелизм, присущий нейронным сетям, позволяет практически безгранично наращивать мощность нейросистемы;
- способность сохранять работоспособность при повреждении значительного числа нейронов;
- программирование вычислительной системы заменяется обучением;
- эксплуатация обученной нейронной сети по силам любым пользователям.

Программы моделирования нейронной сети обычно называют программами-имитаторами или нейропакетами, понимая под этим программные обо-



лочки, эмулирующие для пользователя среду нейрокомпьютера на обычном компьютере.

В процессе обучения студенты знакомятся с нейропакетами, позволяющими конструировать, обучать и использовать нейронные сети для решения практических задач (нейропакеты NeuroSolutions, NeuralWorks, Professional II/Plus, Process Advisor, NeuroShell 2, BrainMaker Pro).

Так как характер развития современной экономики предъявляет высокие требования к уровню подготовки выпускников транспортного факультета, то внедрение современных информационных технологий в учебный процесс позволяет сформировать у студентов умение учиться, развиваться, творчески применять полученные знания в профессиональной деятельности, что способствует повышению конкурентоспособности российских специалистов.

Литература

1. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Методы линейного программирования. Ч. 2. Транспортные задачи, - М: Либроком, 2010. - 240 с.
2. Ясенев В.Н. Автоматизированные информационные системы в экономике, - Н. Новгород, ННГУ, 2007. - 121с.

А.И. Заико

ВИРТУАЛЬНЫЕ УЧЕБНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕОРИИ СИГНАЛОВ И ЦЕПЕЙ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Устойчивой тенденцией для естественнонаучных дисциплин становится уменьшение объема лабораторных занятий. Одновременно в образовательных стандартах увеличивается количество знаний, навыков и умений, которыми должны овладеть студенты. Они разбросаны по различным дисциплинам и курсам, а применяться должны на конкретных лабораторных занятиях в сжатые сроки. Наконец, усложняются эксперименты, увеличивается их длительность, сложность и стоимость используемого оборудования. Удовлетворить этим противоречивым требованиям и тенденциям в рамках традиционных образовательных технологий не удается.

На кафедре ТОЭ УГАТУ разработаны и уже свыше 15 лет применяются виртуальные учебно-исследовательские лабораторные работы, учитывающие указанные факторы. Они используются при изучении и исследовании преобразования случайных и детерминированных сигналов.

Предварительно электрические сигналы с нужными свойствами и характеристиками создаются генератором и формируются фильтром, а затем подаются на исследуемую цепь. Входной и выходной сигналы цепи оцифровываются аналого-цифровыми преобразователями и записываются в память персональной ЭВМ.



При проведении лабораторных работ дискретные отсчеты сигналов извлекаются из памяти и всесторонне анализируются. При этом создается полная иллюзия того, что исследование сигнала осуществляется в темпе эксперимента. При этом имеется возможность изменять шаг дискретизации, длительность реализации, интервал группирования (шаг квантования) и алгоритмы обработки. Виртуальные лабораторные работы позволяют визуально и качественно исследовать свойства случайных и детерминированных сигналов, измерить одномерные и двумерные плотности распределения вероятностей, количественно исследовать моментные (математическое ожидание, дисперсия, коэффициенты асимметрии эксцесса и энтропию) характеристики, корреляционные и ковариационные функции, спектральные плотности мощности. Они также позволяют контролировать параметры и точность генерируемых сигналов, измерять динамические характеристики цепи и исследовать преобразование сигналов линейной инерционной цепью.

При визуальном исследовании случайных сигналов по кадрам просматривается сигнал, находятся и оцифровываются его особые точки (минимумы, максимумы и т.д.), качественно оцениваются свойства сигнала (стационарность, её вид, эргодичность и т.д.). При этом имеется возможность выбрать оптимальный масштаб изображения, как по времени, так и по параметру, а также занести его в отчет.

При измерении плотностей распределения вероятностей имеется возможность наблюдать динамику накопления статистических данных и трансформацию гистограмм при различных интервалах группирования данных и шагах дискретизации во времени. При построении двумерных гистограмм можно исследовать трансформацию формы и параметров гистограммы с изменением интервала между задаваемыми сечениями сигнала. Это позволяет наглядно наблюдать актуальность корректного выбора параметров гистограммы и находимых с их помощью моментных характеристик сигналов.

Исследование моментных характеристик случайных сигналов осуществляется также и с применением эргодического свойства в процессе накопления статистических данных. При этом хорошо видно, как в процессе накопления статистического материала уменьшается погрешность измерения характеристик. Меняя шаг дискретизации сигнала и длительность реализации можно наглядно исследовать влияние этих параметров на моментные характеристики сигнала.

Корреляционный анализ случайных сигналов также осуществляется с применением эргодического свойства при различных шагах дискретизации и объемах выборки. Спектральный анализ случайных сигналов осуществляется двумя методами: через спектр реализации сигнала и через его корреляционную функцию. Исследуется влияние на них шага дискретизации во времени и длительности реализации.

Самостоятельный интерес представляет задача генерирования случайных процессов с требуемыми характеристиками. При этом контролируются не только сами характеристики, но и их точность.



Экспериментальное нахождение динамических характеристик линейных электрических цепей осуществляется двумя методами: как отклики на единственный импульс или единственный скачок и через взаимокорреляционную функцию входного и выходного сигналов при близких к «белому шуму» входных воздействиях.

Заканчиваются работы исследованием преобразования случайного сигнала линейной электрической цепью. При этом входной и выходной сигналы изображаются в виде реализаций и сопровождаются их амплитудно-частотными и фазочастотными характеристиками.

Принципиальной особенностью данных работ является оценка достоверности и точности получаемых характеристик случайных сигналов, осуществляемая на основе оригинального *комплексного подхода* к определению погрешностей информационно-измерительных систем. Сущность такого подхода изложена в [1, 2]. Применительно к решаемым в данных работах задачам он впервые изложен в [3] и обобщен в [4]. Погрешности приводятся в виде таблиц, 2D и 3D графиков, как функции от интервала группирования данных, шага дискретизации и объема выборки. Это позволяет не только оценить достоверность получаемых характеристик, но и исследовать их чувствительность к отдельным параметрам алгоритмов измерений, а также выбрать оптимальные параметры и алгоритмы измерений.

Лабораторные работы управляются посредством удобного графического интерфейса с использованием указателя "мышь". Они могут быть выполнены в операционной системе DOS или Windows и не требуют больших объемов памяти.

Виртуальные учебно-исследовательские лабораторные работы зарекомендовали себя как эффективная компьютерная технология для изучения электрических сигналов, классических и оригинальных алгоритмов измерения характеристик случайных процессов, законов метрологии, математической статистики и ряда других смежных дисциплин. Они позволяют не только получить знания в предметной области, но и развивают навыки исследователя, учат планировать эксперимент, оценивать достоверность результатов измерений и корректно их обрабатывать.

Лабораторные работы дважды награждались по результатам Республиканского конкурса на лучшую работу по метрологии и стандартизации в 1998 и 1999 годах. Учебное пособие [3] в 2006 году отмечено Дипломами «300 лучших учебников для высшей школы в честь 300-летия Санкт-Петербурга» и «Лауреата конкурса на лучшую научную книгу» в г. Сочи.

Литература

1. Заико А. И. О необходимости общего подхода к определению погрешностей ИС и системного подхода к нахождению их характеристик // Приборы и системы управления.-1975.-№11.-С.19-22
2. Заико А. И. Точность аналоговых линейных измерительных каналов ИИС. – М.: Изд-во стандартов, 1987.-136 с.



3. Заико А. И. К определению погрешностей статистических измерительных систем // Метрология. – 1986. - № 4. – с. 11-19.

4. Заико А. И. Случайные процессы. Модели и измерения: учеб. пособие.– М.: Изд-во МАИ, 2006.–207 с.

Л.С. Зеленко, Е.А. Шумская

ПРОГРАММА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОЗДАНИЯ ТЕСТОВ В СРЕДЕ LMS MOODLE

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Дистанционное обучение через Интернет сегодня востребовано и быстро развивается, так как для этого имеются все возможности, как в техническом, так и в интеллектуальном плане. Многие современные системы электронного дистанционного обучения (СЭДО) построены на основе модульной объектно-ориентированной динамической учебной среды LMS Moodle, которая легко адаптируется под особенности конкретного образовательного проекта, позволяет наращивать функциональность за счет включения в нее авторских модулей и дополнительных инструментальных средств.

На кафедре программных систем СГАУ разработана СЭДО на базе LMS Moodle, которая позволяет активно использовать смешанные технологии обучения: наряду с классической формой обучения (чтением лекций, проведением семинарских занятий и лабораторных практикумов) используется дистанционное обучение. Большинство учебных курсов, которые читаются студентам, обучающимся по направлению 010400 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (бакалавриат и магистратура), переведены преподавателями в электронный формат и размещены на сайте дистанционного обучения кафедры (do-ps.ssau.ru) или на сайте факультета информатики (<http://virtual6.ssau.ru/Moodle/course/category.php?id=6>). Студенты имеют доступ к электронному контенту учебного курса в любое время, это помогает им осваивать материал в темпе, соответствующем их индивидуальным особенностям восприятия и усвоения.

Одним из способов проверки уровня усвоения материала является тест, преподаватель с помощью СЭДО может моделировать тестовые задания (их последовательность, вариативность и даже сами условия проведения) на основе заданного им алгоритма. За создание тестов в LMS Moodle отвечает подсистема тестирования, которая очень гибко конфигурируется в зависимости от поставленной задачи и позволяет представить конечный тест практически в любом желаемом виде. Единственным недостатком подсистемы является трудоемкость процесса заполнения банка тестовых заданий: работа в среде LMS Moodle предъявляет весьма высокие требования к квалификации преподавателя-



разработчика в области практического использования современных информационных и Интернет-технологий.

Это обстоятельство стало одной из предпосылок для разработки программы для автоматизированного создания тестов в среде LMS Moodle. Другой предпосылкой явилось то, что большинство дидактических материалов, которые разрабатывались преподавателями кафедры программных систем СГАУ в течение нескольких лет (в том числе и тестовые задания), были ориентированы на использование «бумажных» технологий и имели унифицированный шаблон, удобный для работы, многие из них представлены в формате MS Word. Поэтому появилась необходимость переноса тестовых заданий в базу данных LMS Moodle, развернутую на удалённом сервере.

Для упрощения работы с подсистемой тестирования авторами разработана программа автоматического разбора файлов тестовых заданий (вопросов) формата MS Word, в основу которой заложен принцип динамического формирования банка тестовых заданий учебного курса в среде LMS Moodle в процессе разбора файла(ов) MS Word. На рис. 1 приведена структура программы. При загрузке данных из файла используется COM-технология, которая позволяет получить доступ к любым объектам документа и их свойствам, преобразовать полученные данные в матрицу объектов, а затем в строго определённую структуру данных.

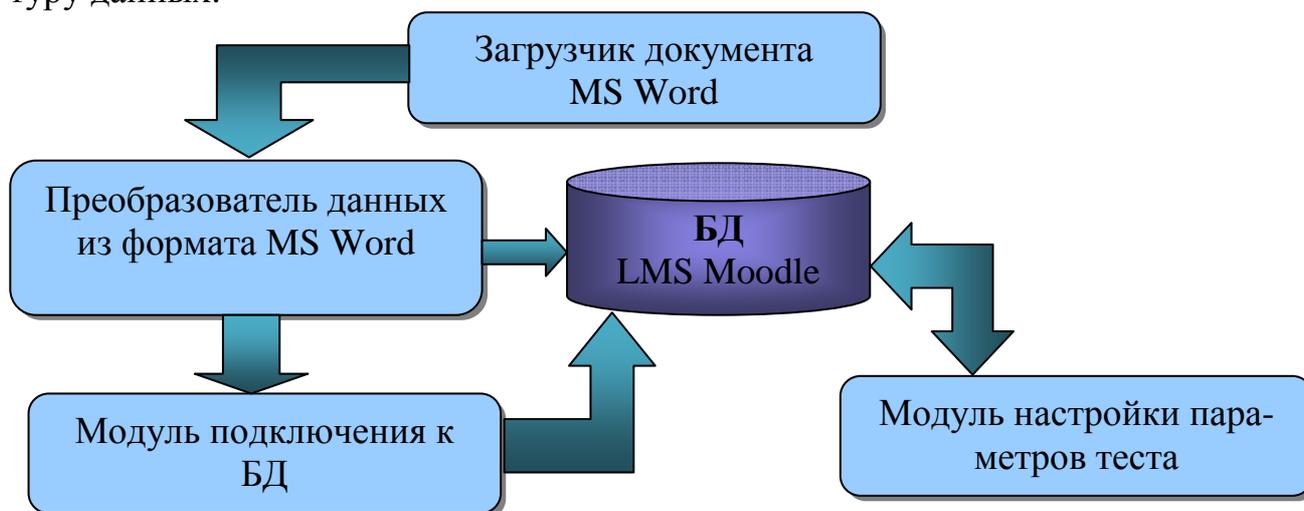


Рис. 1. Структура программы создания тестов

За настройку соединения с удаленной базой данных LMS Moodle отвечает модуль подключения, с помощью которого пользователь задает имя базы данных, пароли для доступа к ней и параметры конвертирования (имя файла, необходимость создания категорий ответов и имя папки для картинок).

Программа полностью инвариантна предметной области, она имеет дружелюбный интерфейс и большое количество настроек, что освобождает преподавателя от выполнения трудоемкого процесса создания тестовых заданий в LMS Moodle в ручном режиме.



В.С. Иванов, Л.С. Зеленко

ПРИМЕНЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ГРАФА ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АДАПТАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ «3DUCATION»

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

На сегодня адаптация является одним из наиболее развивающихся направлений в системах электронной поддержки обучения, поэтому при разработке компьютерных обучающих систем актуальным является внедрение интеллектуальных методов адаптации в электронные системы обучения.

В дистанционной обучающей системе «3Ducation», которая разрабатывается на кафедре программных систем СГАУ, ранее было невозможно выставить зависимости между темами и их содержимыми внутри курса, так как учебный материал был представлен исключительно в виде графа (так называемого *графа содержания*). В графе содержания корневой вершиной является курс, первыми потомками являются темы, которые, в свою очередь, делятся на тесты и лекции, то есть на каждом шаге обучаемому предоставляется фиксированная порция теоретического материала для изучения (лекции) и упражнения для проверки уровня этого материала (тесты). Таким образом задавался «жесткий» сценарий обучения, который не учитывал ни связанность тем между собой, ни уровень подготовленности учащегося.

Для решения этой проблемы в систему был введено понятие «*граф освоения*» и инструменты, с помощью которых на основе графа обучения преподаватель может создать граф, в котором темы, лекции и тесты будут логически связаны между собой. Однако данный граф определяет только несколько возможных траекторий обучения и не учитывает индивидуальные особенности и достижения обучаемого, который может не до конца освоить учебный материал.

Поэтому в обучающую систему «3Ducation» была включена подсистема построения индивидуальной траектории обучения и понятие *индивидуального графа освоения*, который по структуре совпадает с графом освоения учебного курса, составленного преподавателем и отличающегося от него наличием статуса связей у ребер графа (см. рис. 1). Изначально все ребра индивидуального графа освоения имеют статус «Закрыто». После освоения темы обучаемым, исходящие ребра темы приобретут статус «Открыто».

Кроме того, был введен механизм заморозки ребер, который посредством составного теста, состоящего из вопросов различных тем, определяет тему, которая недостаточно усвоена обучаемым, и рекурсивно меняет статус всех предшествующих данной теме ребер на «Заморожено». Чтобы «разморозить» данные ребра, обучаемому достаточно заново пройти тему, вызвавшую затруднение.

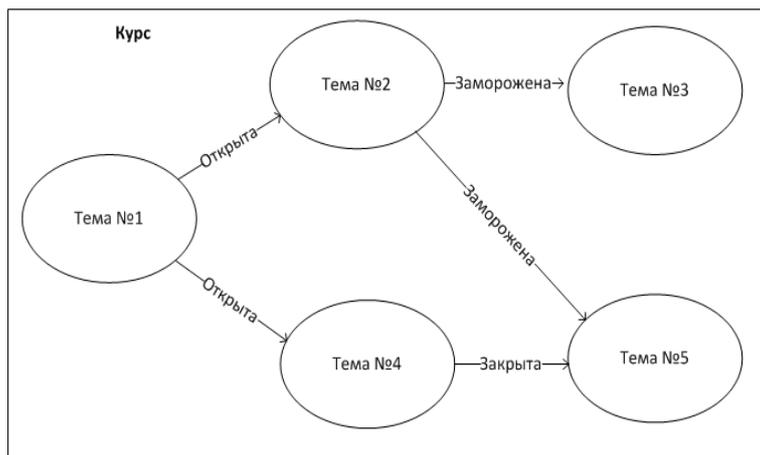


Рис. 1. Граф освоения курса

В дальнейшем планируется введение не только связей зависимости между содержимыми курса, но и введение рекомендательных связей, которые будут учитывать интересы обучаемого в образовательном процессе.

Т.В. Колесникова

**ВАРИАНТ МУЛЬТИАГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ НИР СТУДЕНТОВ ВУЗА
(выполнено в рамках проекта ГЗ вузам № 6.5803.2011)**

(Самарский государственный архитектурно-строительный университет)

Мультиагентные технологии управления и моделирования находят все большее применение в современном обществе: транспортной логистике, машиностроении, ракетно-космическом комплексе, рекламе и услугах Интернет. Это связано с тем, что всё чаще при принятии и организации исполнения решений требуется учитывать множество взаимодействующих факторов, функционирующих в системе, адаптируясь к изменяющимся условиям и отступая от заранее созданной программы.

Образовательное пространство вуза является примером такой сложной системы, требующей мультиагентного подхода. Ведь при традиционной схеме программного обеспечения образовательного процесса рассматриваются статические элементы системы без учета их динамики и взаимодействия, влияния на другие элементы. Конечное состояние системы формирования компетентностей не может быть прогнозируемо только логическим путем, ведь свойства и поведения элементов изменяются в зависимости от состояния других элементов и среды.

Модели агентов, описывающие индивидуальные характеристики состояния и поведения каждого участника образовательного процесса на каждом шаге взаимодействия (формирования компетентностей), объединяются в мультиагентную имитационную модель большой активной системы. Они воспроизводят динамическое взаимодействие, идентифицируя их состояния и про-



гнозируя оптимальные стратегии достижения образовательных целей. Так, в [1] рассматриваются агенты – студенты и агенты – источники ресурсов (знаний и денег), описываемые переменными и параметрами когнитивного, психофизиологического, эмоционального и социального состояний в виде множества взаимодействующих векторов.

В качестве примера моделирования агента рассмотрим выполнение студентом научно-исследовательской работы, ведь наилучшим образом формированию компетенций способствует их самостоятельная, творческая деятельность, вовлечение обучающихся в разрешение учебных ситуаций, имитирующих профессиональные и социальные проблемы. На факультете ИСТ СГАСУ студенты выполняют НИР в ходе изучения сквозной на протяжении всего времени обучения дисциплины «Технология профессиональной деятельности». При этом применяется матричная структура организации учебного процесса – система руководства работами младшекурсников студентами старших курсов, которыми, в свою очередь руководят магистры и аспиранты. Таким образом, образуются учебные бригады, работающие над отдельными аспектами направления исследований научной группы.

Для информационного сопровождения работы на факультете запущена динамическая среда «Виртуальная среда одаренной молодежи» на базе сайта факультета www.sciyouth.ru. Программные агенты анализируют ситуацию путем получения информации от внешней среды: в начале семестра формулируются темы НИР, и еженедельно осуществляется учебное планирование путем обмена информацией с агентами, соответствующих ролям конкретных пользователей. При появлении каких-либо событий агенты информируют пользователей (например, прохождение контрольных точек, планирование заданий на следующий шаг и т.п.) и так далее. При изменении первоначально заданных параметров с помощью специальных интерфейсов организуется специальный диалог, в конечном итоге заканчивающийся принятием решений.

Однако на наш взгляд, одним из важнейших агентов является психологический аспект взаимодействия обучающихся при выполнении НИР, а именно – прогнозирование успешности научных групп. Встает вопрос научного обеспечения подбора студентов в учебные бригады.

Ранее нами была разработана модель эффективного учебного взаимодействия, состоящая из его результативности и согласованности психологических характеристик студентов, входящих в научную диаду «шеф-подшефный» [2].

Результативность определялась как квалификационное соответствие выполненной работы в баллах таким параметрам, как степень исследовательского характера и внедрения работы, новизна полученных результатов, перспективность работы, разработка информационных технологий, качество подготовленного доклада, выступления и оформления работы. Согласованность соответствовала принципам дополнения и аналогии психологических характеристик модели выпускника факультета ИСТ обозначенные нами как «мотивация», «лидерство», «ответственность», «саморегуляция» и определяющиеся соответствующим психологическим тестами.



Студент проходит тестирование в начале учебного года на сайте ФИСТ (www.sciyouth.ru), далее планируется предполагаемая результативность работы и подбираются по принципу балансировки студенты в учебные диады «шеф-подшефный». Разработано информационное обеспечение алгоритма распределения студентов (язык сценариев PHP). Для решения задачи о подборе учебной диады мы воспользовались венгерским алгоритмом оптимизации, решающим задачу о назначениях.

В этом сценарии нами не учитывался опыт предыдущих взаимодействий студентов. Однако в ходе эксперимента, когда студентам был предложен выбор, с кем выполнять НИР, мы констатировали, что в подавляющем большинстве они концентрировались либо на одноклассниках, либо на знакомых им студентах с других курсов. Поэтому в настоящее время нами в модель добавлен компонент учета предыдущего опыта взаимодействия (если его нет – то нулевое значение) и проводится экспериментальная проверка.

Литература

1. Варфоломеев А. Г. Многоагентная модель студенческой группы как инструмент управления качеством обучения / А. Г. Варфоломеев, А.Г. Марахтанов // Материалы международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании» (26 – 28 февраля 2007 г., г. Екатеринбург). 2007. Т. 2. С. 148-150. Электронный ресурс <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=2711> Дата обращения 15.10.2013
2. Колесникова Т.В. Психологические принципы организации учебного взаимодействия студентов / Т.В. Колесникова // Студенческий научный форум 2013: материалы V Общероссийской студенческой электронной научной конференции (февраль 2013 г, г. Москва). Электронный ресурс <http://www.scienceforum.ru/2013/> Дата обращения 15.10.2013

Д.А. Конопелькин

ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КЛИЕНТА ДИСТАНЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «3DUCATION» ДЛЯ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Современные мобильные устройства - это сложные устройства, работающие от аккумуляторов и оснащённые камерами, микрофонами, приёмником GPS, чипом UMTS, адаптерами беспроводных сетей WiFi, WiMAX, Bluetooth. У большинства из них отсутствует клавиатура, но имеется один или более сенсорных экранов с мультитачем, которые обеспечивают управление устройством. Это дает возможность использовать новые способы ввода – жесты (swipe 2/3 пальцами, spread, pinch, rotate), приведенные на рис. 1.



Рис.1. Основные жесты при работе с сенсорным экраном

В настоящее время 90% мирового населения имеет доступ к мобильным телесистемам, поэтому средства мобильной связи можно использовать для улучшения доступа к образовательным ресурсам. Многие электронные ресурсы стали доступны пользователям благодаря доступу в интернет через мобильные устройства, кроме того, многие приложения стали выпускаться в мобильных версиях.

Учитывая тенденции рынка по созданию мобильных приложений, разработчиками дистанционной обучающей системы «3Ducation» было принято решение о ее переводе на мобильные платформы, в частности, на платформу операционной системы Android, которая установлена более чем на 79.3% телефонов пользователей.

На мобильных устройствах с данной операционной системой доступны дополнительные устройства ввода: гироскоп, акселерометр, GPS, камера и сенсорный экран, что позволяет использовать технологию Augmented Reality (дополненная реальность), а так же открывает новые возможности в реализации навигации по виртуальному миру и взаимодействию с объектами виртуального мира. Однако физические особенности мобильных устройств создали определенные трудности в реализации:

- меньший размер экрана и другой стиль управления мобильным устройством (необходимо было решить проблему с элементами управления, для перемещения персонажа и управления камерой были использованы экранные джойстики);



- использование сложных графических эффектов (было решено отказаться от использования полупрозрачных текстур и вести обработку и отрисовку только тех объектов, которые попадают в область видимости камеры);
- нестабильное или медленное соединение с интернетом (использование кэширования и отключение некоторых функций при потере соединения позволили решить данную проблему).

Авторы проекта считают, что применение мобильных устройств в обучении поможет укрепить мотивацию учащихся, а также улучшить информационный обмен за счет постоянного доступа учащихся к ресурсам дистанционной обучающей системы.

М.А. Кудрина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХАФА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЯМЫХ ЛИНИЙ И ОКРУЖНОСТЕЙ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

На практике при обработке цифровых изображений часто возникает проблема обнаружения простых фигур, таких как прямые, окружности или эллипсы. Например, поиск прямолинейных сегментов изображений может использоваться в задаче навигации робота в незнакомой окружающей обстановке на основе видеоинформации от монокулярного источника [1]. Поиск окружностей и эллипсов применяется при решении задачи распознавания колец черенковского излучения в детекторе частиц [2].

Преобразование Хафа (*Hough transformation*), разработанное в 1962 г., стало эффективным средством решения таких задач. Метод позволяет указать параметры семейства кривых и обеспечивает поиск на изображении множества кривых заданного семейства.

Применение метода Хафа для поиска линий

Прямая на плоскости описывается уравнением $y=kx+b$ и может быть задана парой несовпадающих точек. Однако удобнее представить прямую с помощью двух других параметров ρ и θ . Параметр ρ – это длина перпендикуляра, опущенного на прямую из начала координат, а θ – это угол между данным перпендикуляром и осью x (см. рис. 1).

Плоскость (ρ, θ) иногда называют пространством Хафа (*Hough space*) для набора прямых в 2-мерном случае или фазовым пространством [3].

Через одну точку декартовой плоскости можно провести бесконечное число прямых (см. рис. 2,а). Если эта точка имеет координаты

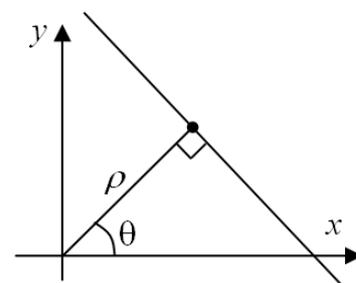


Рис. 1. Задание прямой на плоскости параметрами ρ и θ



(x_0, y_0) на изображении, то все прямые, проходящие через неё, соответствуют следующему уравнению $\rho(\theta) = x_0 \cdot \cos\theta + y_0 \cdot \sin\theta$.

Это соответствует синусоидальной кривой в пространстве (ρ, θ) (см. рис. 2,б). В свою очередь, каждой точке пространства (ρ, θ) соответствует набор точек (x, y) на изображении, образующий прямую.

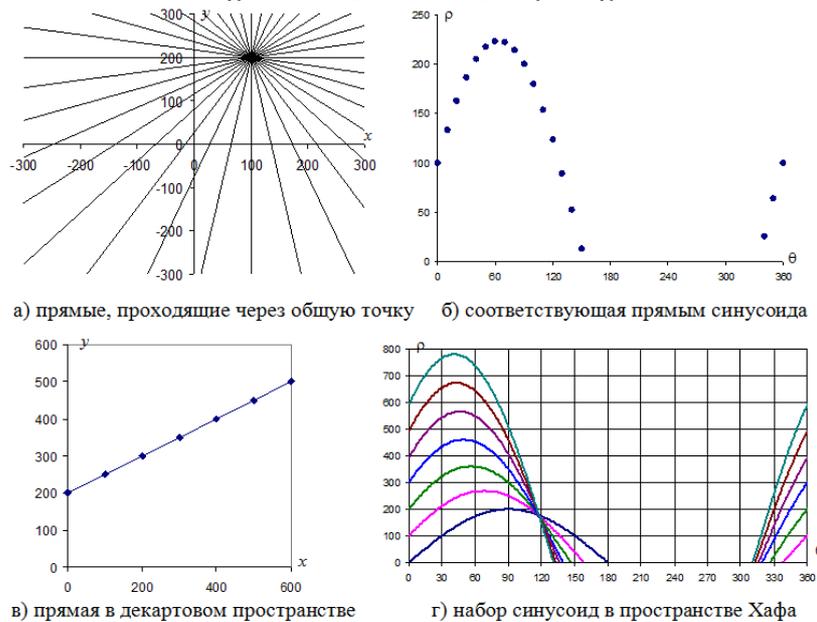


Рис. 2. Декартова плоскость и пространство Хафа

Если синусоиды, соответствующие двум точкам декартовой плоскости, наложить друг на друга, то точка (в пространстве Хафа), где они пересекутся, будет соответствовать параметрам прямой, проходящей через обе эти точки. Таким образом, ряд точек, которые формируют прямую линию (см. рис. 2,в), определяют синусоиды, которые пересекаются в точке параметров (ρ_0, θ_0) для этой линии (см. рис. 2,г). Поэтому, проблема обнаружения коллинеарных точек может быть сведена к проблеме обнаружения пересекающихся кривых.

Каждой точке (ρ_0, θ_0) пространства (ρ, θ) можно поставить в соответствие счетчик, соответствующий количеству точек (x, y) , лежащих на прямой $x \cdot \cos\theta_0 + y \cdot \sin\theta_0 = \rho_0$.

Таким образом, достаточно выбрать на изображении, построенном в полярных координатах, самые «жирные пятна», получив тем самым параметры соответствующей прямой.

Применение метода Хафа для поиска окружностей

Точки окружности можно представить формулой $(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2$, где (a, b) – координаты центра окружности, а R – ее радиус.

Для однозначного задания окружности необходимо знать уже три параметра – координаты ее центра и радиус. Это приводит к увеличению пространства Хафа на целое измерение. Задача упрощается, если радиус искомым окружностей заранее известен. В таком случае необходимо находить только координаты центров окружностей, и задача снова становится двумерной.

Очевидно, что набор центров всех возможных окружностей радиуса R , проходящих через каждую конкретную точку, образует окружность радиуса R вокруг этой точки. Таким образом, геометрическое место точек, которые могли бы быть центрами окружности данного размера, проходящей через эту точку,



представляет собой окружность такого же размера с центром в голосующей точке (см. рис. 3).

Наилучшее решение относительно положения центра "наиболее вероятной" присутствующей в конкретном точечном множестве окружности соответствует точке пересечения максимального числа голосующих окружностей [4, 5].

Таким образом, алгоритм поиска окружностей заданного радиуса на изображении сводится к "рисованию" в фазовом пространстве окружностей с центрами во всех непустых точках изображения и дальнейшему поиску локальных максимумов пространства Хафа. При этом могут использоваться различные методы анализа пространства параметров, например, поиск фиксированного числа локальных максимумов, пороговая сегментация аккумуляторной функции или поэтапный исключающий поиск глобального максимума аккумуляторной функции [4].

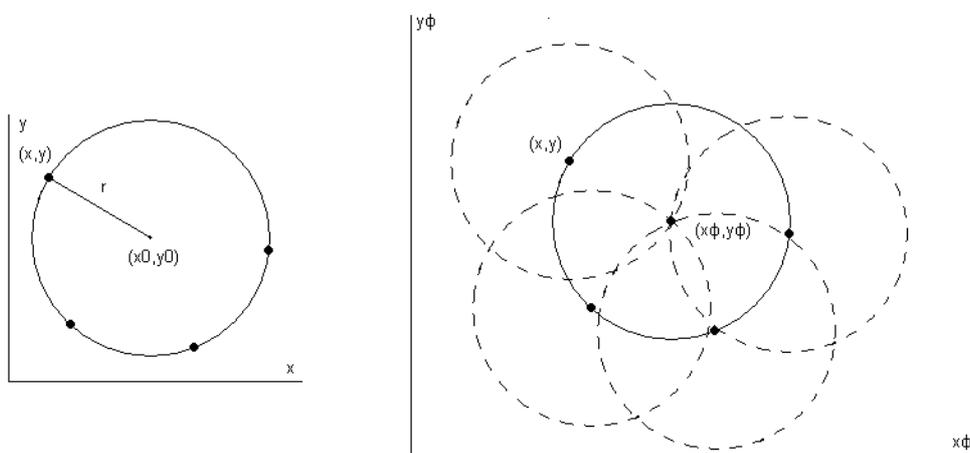


Рис. 3. Распознавание окружности методом Хафа

На кафедре информационных систем и технологий Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева разработана программа, позволяющая иллюстрировать работу алгоритмов Хафа распознавания прямых и окружностей на изображении. Данная программа, написанная на языке C#, используется в учебном процессе в курсе "Компьютерная графика" и помогает студентам легче освоить преобразование Хафа, поскольку наглядно иллюстрирует вид пространства Хафа для различных входных данных.

Литература

1. Вершок Д.А. Алгоритмические средства обработки и анализа изображений на основе преобразования Хафа: Автореф. дис. канд. техн. наук / БГУ информатики и радиоэлектроники. — Минск, 2002. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://neuroface.narod.ru/files/vershok_autoref.pdf
2. Лебедев С.А., Ососков Г.А. Быстрые алгоритмы распознавания колец и идентификации электронов в детекторе RICH эксперимента CBM // Письма в ЭЧАЯ. 2009. Т. 6, № 2(151). С. 260-284.



3. Дегтярева Анна, Вежневцев Владимир Преобразование Хафа (Hough transform). Компьютерная графика и мультимедиа. Выпуск №1(1)/2003. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/36>

4. Преобразование Хафа, его обобщения и модификации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://wiki.technicalvision.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%A5%D0%B0%D1%84%D0%B0,_%D0%B5%D0%B3%D0%BE_%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B1%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%B8_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8

5. Лидке М.Б. Исследование и разработка метода распознавания кривых на плоскости [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.masters.donntu.edu.ua/2012/iii/lidke/diss/index.htm>

Е.С. Молчанова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕСТИРОВАНИЯ В УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

(Башкирский государственный педагогический университет)

Актуальность. Разработка электронных пособий, учебников, тестов и учебных курсов в целом, в настоящее время является актуальным направлением в развитии информационных технологий, направленных на помощь студенту и преподавателю в образовательном процессе. В учебном процессе используются как обучающие, так и тестирующие программы по различным дисциплинам.

Проведенные статистические исследования в области использования обучающих и тестирующих программ по различным дисциплинам показывают, что их применение позволило повысить интерес к изучаемому предмету, а также успеваемость по данной дисциплине. Большинство студентов лучше воспринимают визуальную информацию, тем более, если она качественно оформлена. Комплекс обучающих и тестирующих программ дают возможность учащемуся, независимо от уровня подготовки, принимать участие в образовательном процессе, индивидуализировать свой процесс обучения и осуществлять самоконтроль. Данный процесс обучения позволяет студенту получать знания и оценивать свои возможности, а также получать удовольствие от самого образовательного процесса, независимо от внешних мотивационных факторов.

Обучение, с использованием электронных учебных изданий, создает основу реализации тезиса И.Г. Захаровой: «Переход от преподавания информатики к реальной информатизации общего образования возможен на основе единой образовательной среды, формируемой всеми участниками учебного процесса» [1]. Поэтому, любая работа по совершенствованию, модификации и интеграции



электронного учебного пособия и других модулей, в конечном итоге, возможна только при выполнении всех требований к программному обеспечению и, в первую очередь нужно использовать только документированные форматы.

Создание качественного теста напрямую зависит от выполнения самой задачи проводимого тестирования: выявление уровня знаний студента по изучаемой дисциплине. При разработке тестов и тестирующей программы необходимо исходить из определений «тест» и «тестирование».

Тест - это стандартизированные, краткие, ограниченные во времени испытания, предназначенные для установления количественных и качественных индивидуальных различий.

Тестирование (от слова test — испытание, проверка) применяется для определения соответствия предмета испытания заданным спецификациям. В задачи тестирования не входит определение причин несоответствия заданным требованиям. Тестирование - один из разделов диагностики. Качество тестирования и достоверность его результатов в значительной степени зависит от тестера.

Составление электронных тестов является довольно сложным делом, поскольку эффективный тест – это завершённый работающий продукт, обладающий определенными свойствами и характеристиками и отвечающий современным методическим требованиям. Создание теста предполагает тщательный анализ содержания учебной дисциплины, классификацию учебного материала, укрупнение дидактических единиц с последующим представлением этих единиц через элементы композиции задания.

Создание тестов на высоком методологическом уровне требует разработки четкой понятийно-терминологической структуры курса, проверяемых в тестах понятий и тезисов, структурированных по темам и разделам программы учебной дисциплины.

После определения цели и функции тестирования необходимо провести анализ учебных планов, программ и учебников. Особое внимание следует уделить на уровень требуемых знаний, умений и навыков. Хорошо составленный тест должен соответствовать следующим требованиям: валидность, стандартизованность, надежность, прогностическая ценность, определенность и простота теста.

Тестирование с использованием компьютерных средств является удобным и эффективным видом контроля и объективной оценки результатов обучения. Тесты позволяют в кратчайший срок проверить знания больших групп учащихся, выявить пробелы при изложении учебного материала. Велика их роль в обеспечении мотивации учащихся, что достигается быстрым и правильным информированием учащегося о допущенных им ошибках.

Посредством тестирования чаще других признаков проверяются знания, умения, навыки и представления. С точки зрения педагогических измерений полезно ввести два основных показателя качества знаний - уровень и структура знаний. Они оцениваются посредством регистрации оценок, как за знание, так и за незнание всех требуемых компонентов проверяемого материала. Для объек-



тивизации этого процесса все компоненты должны быть одинаковы. Одинаковыми являются и правила выставления оценок студентам.

Применение автоматизированной системы контроля знаний, умений и навыков учащихся позволяет передать судебские функции от преподавателя компьютеру, что снижает уровень накопления у учителя негативных эмоций, связанных с применением мер педагогического принуждения по отношению к студенту. У студента же снижается негативное восприятие преподавателя как человека, от чьего мнения зависит его судьба. Таким образом, взаимное неудовлетворение студента и преподавателя может быть из их взаимоотношений устранено.

Современное образование немислимо без применения автоматизированных методов оценки уровня подготовки студента, т.е. без системы тестирования с автоматической обработкой его результатов. Организовать тестирование проще всего через web-страницу, при этом результаты, полученные в ходе тестирования, автоматически обрабатываются на web-сервере, и тестируемый незамедлительно получает ответ - сдал он тест или нет.

Определенные возможности открывает технология составления тестов и обработки результатов тестирования на основе HTML-форм и скриптов.

Плюсы использования сетевой технологии для тестирования учащихся:

- использование интернет-технологии и создание web-приложения;
- поэтапное преподнесение информации и поэтапный контроль знаний;
- очный итоговый контроль знаний;
- разграничение администраторской и клиентской частей приложения;
- использование для разработки системы скриптовых языков web-программирования, формирующих страницу с данными непосредственно на web-сервере. Пользователь системы получает страницу, содержащую текст подготовленный лично для него. Пользователь может изменить полученную страницу, но возможность редактирования самих данных, находящихся на сервере, у него отсутствует.

Использование скриптовых языков web-программирования, таких как Java позволяет создавать приложения, загружаемые по сети, что снимает проблему обновления программного обеспечения. Переносимость обеспечивает корректную работу учебных программ на различных платформах без внесения изменения в исходный код.

JavaScript по-прежнему зачастую недооценивают. Лишь немногие знают, что это очень эффективный и динамичный объектно-ориентированный язык, но и эти немногие очень удивляются, узнав о таких его более развитых свойствах, как прототипное наследование, использование модулей и пространств имен. В последнее время JavaScript-машины и браузеры приобрели такую мощь, что создание полноценных приложений на JavaScript стало не только реально выполнимой, но и весьма популярной задачей. JavaScript перестал быть вспомогательным инструментом, предназначенным только для написания простых сценариев и подсистемы проверки приемлемости данных формы, — теперь он стал вполне самостоятельным языком.



Рис. 1. Структура содержания дисциплины «Базовые информационные процессы и технологии»



начало

конец

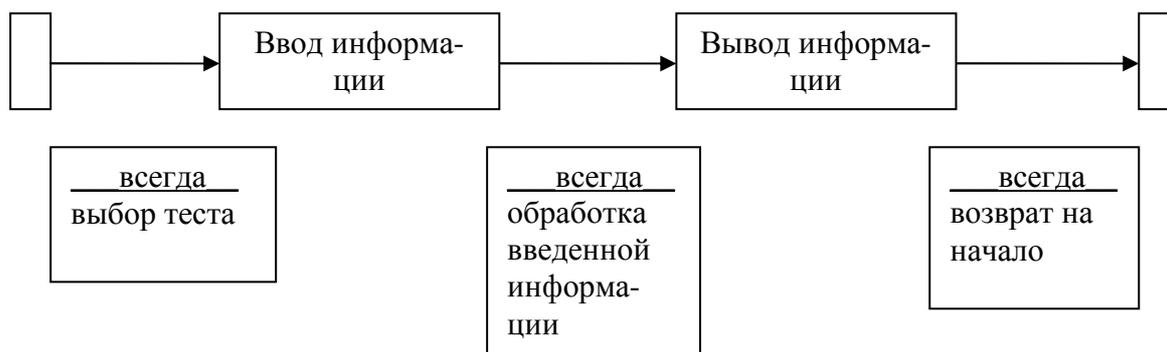


Рис. 2. Диаграмма переходов состояний программы электронных тестов

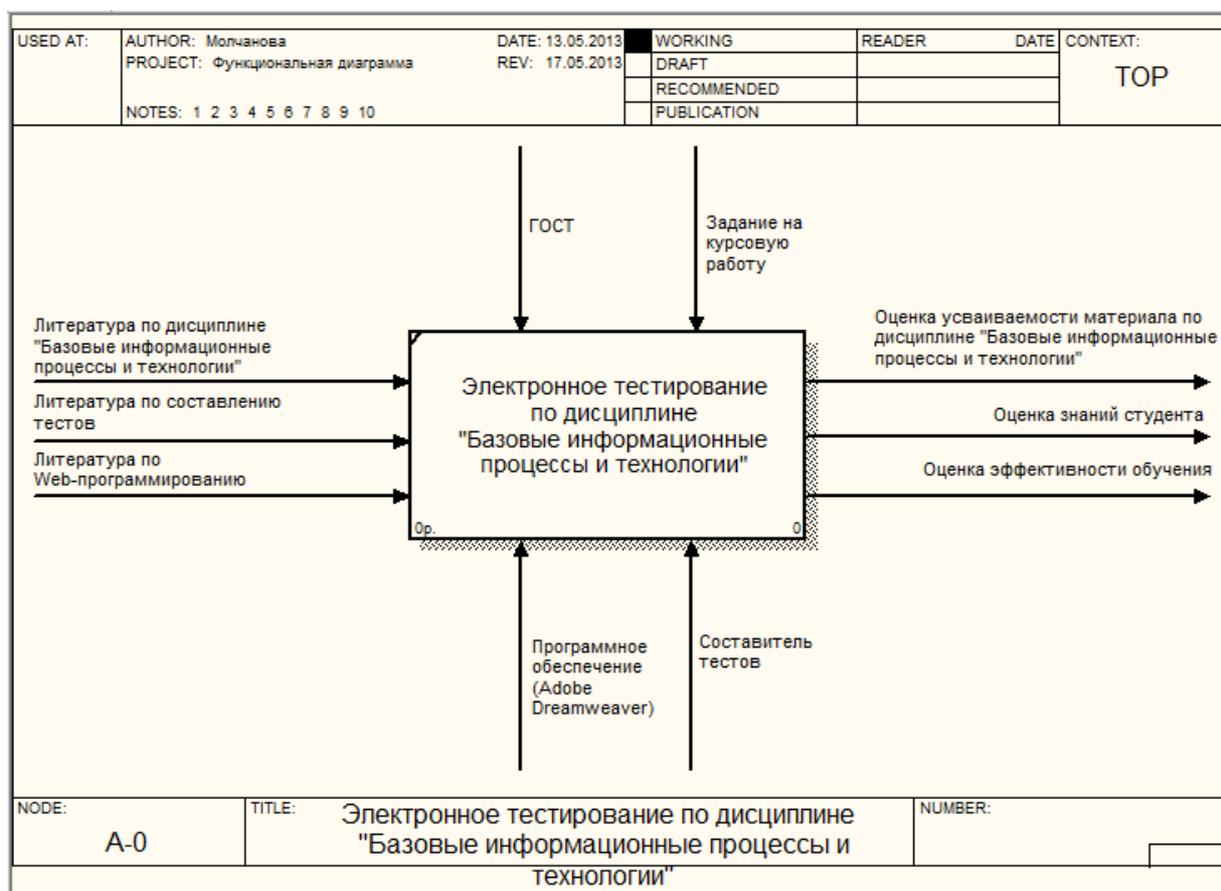


Рис. 3. Функциональная диаграмма верхнего уровня программы электронных тестов

Уровень представления — это то, что показывается пользователю, и с чем, собственно, он взаимодействует. В приложениях JavaScript представление создается преимущественно с помощью шаблонов HTML, CSS и JavaScript. Кроме простых инструкций, задающих условия в шаблонах, представления не должны содержать никакой логики.

JavaScript — язык веб-программирования, который обрабатывается на стороне клиента. Подобный тест можно запускать даже на компьютере не подключенному к сети Интернет.

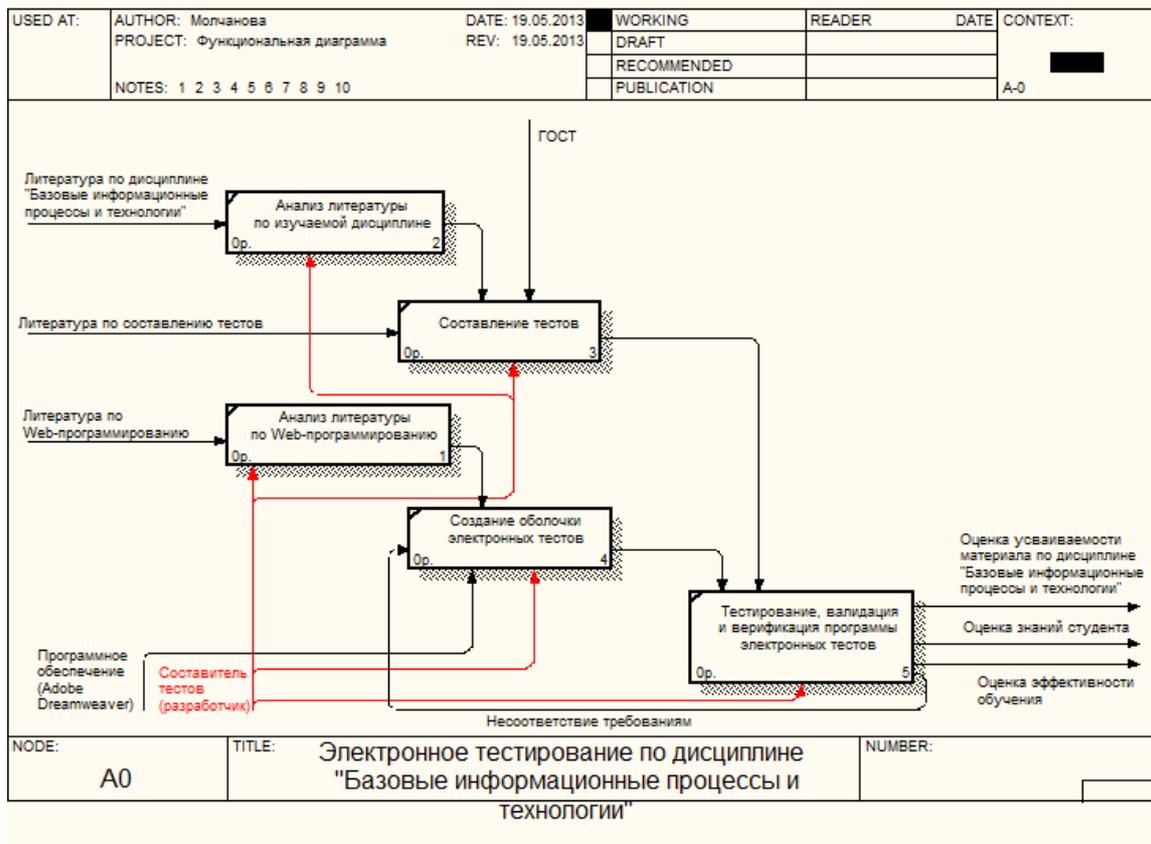


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции создания программы электронных тестов

Преимущество теста на JavaScript заключается в том, что при его использовании не затрачивается время на перезагрузку страницы как при тесте на PHP, но и есть недостаток. JavaScript может быть отключен в браузере, и произвести запуск каких-либо сценариев будет невозможно. Тест на JavaScript позволяет использовать такие элементы HTML как: радиокнопка (выбор одного ответа), чекбоксы (выбор нескольких ответов), выпадающий список, текстовое поле (самостоятельный ввод ответа).

Описанные методики составления тестов и технологии создания тестирующей программы можно продемонстрировать на основе разработанного мною комплекса электронных тестов по дисциплине «Базовые информационные процессы и технологии» (приложение А). Комплекс электронных тестов предназначен для контроля промежуточных знаний студентов. Структура комплекса электронных тестов соответствует рабочей программе дисциплины «Базовые информационные процессы и технологии». Разработанная тестирующая программа содержит тесты по темам (промежуточные тесты), по модулям (контрольные точки) и общий тест по изучаемой дисциплине (итоговый тест). На выполнение тестовых заданий дается десять минут. По истечении данного времени тест автоматически завершается и выставляется оценка. Затем выводится окно с указанием допущенных студентом ошибок.

Предполагается, что использовать данный комплекс тестов будут студенты второго и третьего курса по направлению подготовки 230400 «Информационные системы и технологии», изучающие соответствующую дисциплину.



Литература

1. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании [Текст] / И.Г. Захарова // М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 192 с.
2. Испытание (техника) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5>

С.А.Пиявский

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФОРМИРОВАНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ МОЛОДЕЖИ

(Самарский государственный архитектурно-строительный университет)

В настоящий период все большее значение в системе высшего образования придается формированию исследовательских компетенций обучаемых. Особенно остро эта задача стоит перед федеральными и национальными исследовательскими университетами. Для ее решения необходимо разработать и реализовать новые формы организации образовательного процесса, существенно базирующиеся на инфокоммуникационных технологиях. В докладе отражаются две из них:

- матричная структура организации образовательного процесса в вузе,
- система профориентации на основе научного консультирования индивидуальных проектов одаренных старшеклассников.

Принципиальной особенностью матричной структуры организации образовательного процесса в вузе, в отличие от традиционной линейной структуры, является включение студента в течение всего периода обучения в два коллектива. Одним из них является традиционная студенческая группа, а другим – гибко варьируемый от семестра к семестру разновозрастный научный микроколлектив, в рамках которого студент привлечен к решению профессиональных задач возрастающей сложности, по возможности близко связанных с реальными заданиями работодателей. Такая система создает базу для формирования исследовательских компетенций (и не только исследовательских) на высшем уровне деятельности обучаемого – продуктивной деятельности.

В докладе раскрываются структура, функционал и особенности матричной организации образовательного процесса, ее коллективная и творческая компоненты. Детально рассматривается интеллектуальная информационная система, обеспечивающая весь процесс. Одним из ее главных модулей является модуль оценки развивающего творческого потенциала выполняемых обучаемыми проектов. Он базируется на приводимой ниже системе критериев, по которым комиссионно оценивается каждый проект. Значения критериев оцениваются по шести-семиуровневой шкале, ниже раскрыты уровни оценки лишь основных критериев.



1 Тип работы

- 0 - не носит исследовательского характера,
- 1 - носит исследовательский характер, т.е. в работе имеется результат, который был неочевиден до ее выполнения,
- 2 - кроме 1, автор сопоставляет полученный им результат с известными аналогичными результатами,
- 3 - кроме 2, знает по литературе о тенденциях развития соответствующего направления на основе ИКТ,
- 4 - кроме 3, работа содержит обзор с выделением десятка тем на применение ИКТ на фоне своей темы,
- 5 - кроме 4, работа содержит выдвижение собственных новых идей,
- 6 - кроме 5, в работе имеется собственная новая обобщающая формализованная постановка задачи.

2 Работа является частью НИР руководителя, кафедры, лаборатории

- 0 - не является,
- 1 - является частью указанных НИР,
- 2 - результаты работы используются научным руководителем в докладах на научных конференциях,
- 3 - результаты работы используются научным руководителем в статьях, опубликованных в центральной печати,
- 4 - кроме 3, учащийся является оплачиваемым участником ведущихся на кафедре исследовательских работ,
- 5 - учащийся является оплачиваемым участником ведущихся на кафедре исследовательских работ по грантам РФФИ или целевым программам.

3 Работа относится к новому перспективному научно-техническому направлению

- 0 - научное направление как таковое отсутствует,
- 1 - научное направление традиционно и не представляет современного интереса, защит кандидатских диссертаций по нему практически не проводится,
- 2 - традиционное научное направление со средней частотой защит кандидатских диссертаций,
- 3 - новое научное направление с повышенной частотой защит кандидатских диссертаций,
- 4 - перспективное направление, появившееся в последние годы, с пиком публикаций,
- 5 - совершенно новое перспективное научное направление.

4 Направлена (подготовлена) публикация в печати

- 0 - нет,
- 1 - подготовлена статья к отправке в печать
- 2 - статья в соавторстве направлена в печать, но еще не принята к публикации,
- 3 - статья в соавторстве направлена в печать, принята к публикации или опубликована,
- 4 - статья с направлена в центральную печать, но еще не принята к публикации,



5 - статья направлена в центральную печать, принята к публикации (есть справка редакции) или опубликована.

5 Работа внедрена или подготовлена к внедрению

0 - работа не имеет практического значения,

1 - работа может быть использована в учебных целях в своем учебном заведении,

2 - работа уже используется в своем учебном заведении (есть справка о внедрении),

3 - работа уже используется в нескольких учебных заведениях (есть справки о внедрении),

4 - работа принята к внедрению в конкретной организации (не учебном заведении)

5 - работа уже используется в конкретной организации (не учебном заведении), есть акт внедрения.

6 Имеется глубокий обзор проблематики по направлению науки и техники

0 - анализ отсутствует,

1 – знает историю развития направления, его перспективы, ученых и названия их работ

2 – знает об отдельных научных школах в России и за рубежом, их отличиях,

3 – может подробно изложить и сопоставить результаты двух ученых,

4 - поверхностно знает о новых результатах российских и зарубежных ученых,

5 - подробно знает о новых результатах российских и зарубежных ученых.

7 Используется формализованная постановка проблемы

0 - нет,

1 - постановка, использующая традиционный сравнительно несложный математический аппарат, выполнена, в основном, научным руководителем,

2 - постановка, использующая традиционный сравнительно несложный математический аппарат, выполнена, в основном, самостоятельно,

3 - постановка, использующая достаточно сложный математический аппарат, выполнена, в основном, научным руководителем,

4 - постановка, использующая сложный математический аппарат, выполнена самостоятельно,

5 – полностью самостоятельная постановка с новым, введенным автором, понятийным аппаратом.

8 Получены новые научные результаты

0 – новые научные результаты отсутствуют,

1 – принадлежат, в основном, научному руководителю, но учащийся может объяснить, в чем их новизна,

2 – получены совместно с научным руководителем, не очень значительны,

3 – получены, в основном, учащимся, не очень значительны,

4 – получены, в основном, учащимся, достаточно значительны,

5 – получены, в основном, самим учащимся, носят выдающийся характер.

9 Имеются собственные оригинальные идеи автора

0 - оригинальные идеи отсутствуют,



- 1 – использованы оказавшиеся эффективными непривычные, неожиданные приемы в оформлении/изложении результатов работы,
- 2 – использованы идеи, приемы, методы из других областей науки, неожиданные в контексте выполненной работы и имеющие значение лишь для отдельных ее элементов,
- 3 - использованы идеи, приемы, методы из других областей науки, неожиданные в контексте выполненной работы и имеющие существенное значение для работы в целом,
- 4 – дана неожиданная, парадоксальная, но имеющая право на обсуждение постановка темы исследования и его рабочей гипотезы
- 5 - дана неожиданная, парадоксальная, но имеющая право на обсуждение интерпретация результатов работы и ее выводов

10 Сделан содержательный анализ литературы по теме

11 Освоены новые обеспечивающие методы, приемы, т.п.

12 Разработаны специальные средства для выполнения работы

13 Проводится многопараметрическое исследование объекта

14 Качество оформления работы

15 Качество доклада и ответов на вопросы

Для расчета на основе этих оценок структуры развивающего творческого потенциала проекта используются методы многокритериальной оптимизации.

К матричной структуре образовательного процесса естественным образом примыкает профориентационная система поиска и привлечения одаренных абитуриентов путем научного консультирования выполняемых ими индивидуальных проектов исследовательской направленности. Ее масштабное применение немыслимо без описанной в докладе информационной системы, которая обеспечивает индивидуальный мониторинг совместной деятельности каждого школьника, его учителя – руководителя проекта и научного консультанта от университета (тьютора) на всех стадиях выполнения проекта:

- получена тема проекта,
- составлен обзор литературы,
- сформулирована рабочая гипотеза,
- составлен план выполнения проекта,
- выполнена теоретическая часть,
- выполнена экспериментальная часть,
- проведено исследование,
- сделаны предварительные выводы,
- оформлен предварительный вариант проекта,
- получены замечания тьютора,
- учтены замечания тьютора,
- окончательно оформлена пояснительная записка к проекту,
- подготовлена презентация к докладу по проекту,
- проект успешно защищен в своей школе,



- проект представлен на региональную, всероссийскую, международную конференцию молодых исследователей.

В докладе описан опыт реализации матричной структуры на факультете информационных систем и технологий СГАСУ, а системы научного консультирования проектов школьников – в рамках Международной ассоциации строительных вузов.

С.А. Пиявский, Р.Б. Шаталов

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОДАРМОЛ. ПОМОЩЬ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ОРГАНИЗАЦИЯМ В ПОИСКЕ И РАЗВИТИИ ОДАРЕННЫХ СТАРШИХ ШКОЛЬНИКОВ

(Самарский государственный архитектурно-строительный университет)

Настоящая работа выполнялась в соответствии с договором между ООО «ЭкоДоминанта» и ФГБОУ ВПО Самарский государственный архитектурно-строительный университет в рамках Государственного контракта Минобрнауки РФ «Программа и сетевой график проведения мониторинга реализации проектов в 2011-2012 гг., направленных на формирование системы взаимодействия университетов и учреждений общего образования по реализации общеобразовательных программ старшей школы, ориентированных на развитие одаренности у детей и подростков».

Задача работы с одаренной молодежью очень важная. Однако события последнего времени:

- утверждение Президентом РФ 3.04.12 «Концепции общенациональной системы выявления и развития молодых талантов» [1],
- утверждение Президентом РФ 7.05.12 Указа «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки»
- ввод в действие 2.06.12 Федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования

создают предпосылки и одновременно требуют перевести эту работу на более высокий уровень. Базируясь на выполняемых проектах ФЦПРО, необходимо перейти к формированию в стране в течение 2013-2015 годов ЦЕЛОСТНОЙ СИСТЕМЫ РАБОТЫ С ОДАРЕННЫМИ СТАРШИМИ ШКОЛЬНИКАМ.

Федеральная целевая программа развития образования на 2011- 2015 годы (далее ФЦПРО) по обеспечению формирования системы взаимодействия университетов и учреждений общего образования по реализации общеобразовательных программ старшей школы, ориентированных на развитие одаренных детей, предусмотренных в рамках мероприятия 2. «Распространение на всей территории Российской Федерации современных моделей успешной социализации детей», подмероприятия 2.2. «Создание, основанной на информационно-коммуникационных технологиях, системы управления качеством образования, обеспечивающей доступ к образовательным услугам и сервисам», задачи 1



«Модернизация общего и дошкольного образования как института социального развития» ФЦПРО (номер открытого конкурса: 02.02–023–п–Ф- 282).

Министерством образования и науки России была поставлена задача - разработать информационную систему мониторинга, которая должна обеспечить контроль выполнения заданий госконтрактов, а также отображать взаимодействие университетов-исполнителей с общеобразовательными учреждениями по тематике проектов ФЦПРО.

Шаталов Р. Б. был приглашен в качестве одного из двух участников рабочей группы, которые обеспечили разработку программного обеспечения системы мониторинга и техподдержку эксплуатации системы.

Научная новизна работы – при обработке полученной информации нужно упорядочивать объекты, эффективность которых оценивается вектором критериев – это субъекты РФ, общеобразовательные организации и университеты, входящие в АСВ.

Целью данной работы является увязание в единый целостный процесс развитие одаренной молодежи, а также:

- 1) ввод университетами, входящими в АСВ обобщенных тематик (предложений);
- 2) выявление одаренных учащихся и их ОУ;
- 3) установление связи общеобразовательная организация – университет (именно для школьника, чтобы иметь возможность получать научные консультации от крупных ученых университетов);
- 4) активное сопровождение учащегося (в плане его научно – исследовательского проекта);
- 5) представление выполненных учащимся работ на Всероссийские конкурсы и конференции, а также их независимая объективная оценка;
- 6) дифференциация различных форм поддержки одаренной молодежи в зависимости от ее успехов.

В этой цепочке много задействованных лиц и организаций. Поэтому, основная **цель работы** – обеспечить их взаимное оперативное информирование, чтобы они могли эффективно работать.

На данный момент работа проходит в рамках участия в ней Ассоциации строительных вузов и носит роль инструмента помощи для общеобразовательных организаций по поиску и развитию одаренных старших школьников.

Основной концепцией этой работы является:

- 1) выявление в ОУ одаренных старших школьников (например, путем агетирования, проведения выездных уроков или докладов);
- 2) выбор школьником (также можно вместе с учителем, который будет руководить выполнением проекта) обобщенной тематики будущего индивидуального проекта исследовательской направленности;
- 3) регистрация в системе ОДАРМОЛ (через ОУ или самостоятельно);
- 4) получение научного консультанта от ВУЗа;
- 5) выполнение индивидуального проекта с помощью консультанта от ВУЗа;



- б) представление проекта на различных олимпиадах, конкурсах, конференциях и т.п.

Самым главным мероприятием для школьника из всего вышесказанного является формирование индивидуального портфолио, которое может сыграть значительную роль при поступлении в ВУЗ, а также понять и осознать дальнейший жизненный путь.

Аналитические исследования

Ниже приведены данные наполнения информационной базы ОДАРМОЛ и данные, полученные от наиболее активных школьников, пользующихся своими персональными журналами (таблицы 1 – 5).

Таблица 1. Количество наиболее активных школьников, оценивших взаимодействие с научным консультантом от ВУЗа

Качество взаимодействия	Количество выбравших
хорошее	56
среднее	40
слабое	65

Таблица 2. Количество наиболее активных школьников, отметивших готовность своего индивидуального проекта

Готовность проекта	Количество отметивших
получена тема проекта	140
составлен обзор литературы	30
сформулирована рабочая гипотеза	9
составлен план выполнения проекта	30
выполнена теоретическая часть	22
выполнена экспериментальная часть	4
проведено исследование	7
сделаны предварительные выводы	22
оформлен предварительный вариант проекта	14
получены замечания тьютора от университета	2
учтены замечания тьютора	2
подготовлена презентация к докладу по проекту	7
окончательно оформлена пояснительная записка к проекту	2
проект успешно защищен в своей школе	75

Таблица 3. Количество введенных предложений университетами АСВ по видам документа

Вид документа	Количество введенных предложений
О направлениях исследований	614
Об университетах	18
О кафедрах	47
О лучших работах школьников	0



Таблица 4. Количество введенных предложений университетами АСВ по отраслям наук

Отрасли науки	Количество введенных предложений университетом АСВ
Нет	0
Все направления	14
Математические	180
Физические	210
Химикобиологические	112
Естественнонаучные	87
Технологические	423
Гуманитарные	160

Таблица 5. Количество введенных предложений университетами АСВ

Вуз АСВ	Количество введенных предложений
Самарский государственный архитектурно-строительный университет	163
Московский государственный строительный университет (Национальный исследовательский университет)	106
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет	54
Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова	201
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства	19
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет	96
Томский государственный архитектурно-строительный университет	25

Количество наиболее активных школьников, выбравших обобщенную тематику индивидуального проекта (одно из предложений, введенных университетами АСВ) – **144**.

Количество наиболее активных школьников, участвующих в различных конференциях – **129**.

Внедрение информационной системы в действие

Разработанная система была внедрена в работу с 1 сентября 2012 года и успешно функционирует на сегодняшний день. Ежедневно портал посещают около **50 – 70** различных пользователей из **66** регионов РФ, более **350** общеобразовательных учреждений, **20** университетов, входящих в АСВ. А также система посещается **1122** учащимися из различных общеобразовательных учреждений. Ежедневно в техподдержку поступают запросы с оказанием различной технической помощи. На данный момент – общее количество удовлетворенных пользовательских обращений – **128**.



Литература

1. Концепция общенациональной системы выявления и развития молодых талантов [Электронный ресурс] //Режим доступа: <http://kremlin.ru/news/14907>
2. Методика мониторинга 2012 года [Электронный ресурс] //Режим доступа: <http://odarmol.ru/owerview/Методика мониторинга 2012 года.pdf>
3. Рабочая концепция одаренности (под редакцией Д.Б.Богоявленской), М., 2003. – 93 с.
4. Бюллетень мониторинга за ноябрь 2012 года [Электронный ресурс] //Режим доступа: <http://odarmol.ru/owerview/Бюллетень мониторинга ноябрь 2012 год.pdf>

А.Е. Семенов

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ГЕНЕРАЦИИ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ДИСТАНЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «3DUCATION»

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Последние тенденции развития современных информационных технологий все сильнее связаны с понятиями «Интернет», «трехмерная графика» и «виртуальная реальность». Современные мультимедийные технологии и 3D-графика позволяют в значительной степени увеличить эффективность и качество обучения, благодаря интерактивности процесса обучения и представления его в игровой форме.

Одной из разновидностей дистанционных обучающих систем являются системы виртуальной реальности, а основной формой применения таких систем на занятиях становится освоение теоретического материала с последующей проверкой полученных знаний в виде прохождения итогового или контрольного тестирования.

Одно из требований использования тестов в учебном процессе – их множественность, то есть наличие большого, в идеале – неограниченного количества тестов по каждой тематике с адекватной сложностью каждой группы однотипных тестов. Как показывает практика, учащиеся быстро приспосабливаются к конечному набору заданий, в результате чего происходит простое механическое запоминание ответов, из-за этого эффективность процесса обучения может снизиться. Выполнение требования множественности позволяет применять тесты без опасений «списывания» или возможности поиска тестов с ответами в Интернете.

Создание контрольных измерительных материалов – актуальная, творческая задача в любой дисциплине, в то же время чрезвычайно трудоемкая при «ручной» подготовке. Разработка множества вариантов тестовых заданий требует высокой квалификации преподавателя и значительных затрат времени.



Для повышения эффективности процесса подготовки тестов целесообразно применять технологии автоматизированной генерации тестовых заданий.

Автором разрабатывается подсистема генерации тестовых заданий, которая использует подход, основанный на применении эвристических и комбинаторных алгоритмов генерации многовариантных тестовых заданий и вопросов. Преподаватель имеет возможность изменять параметры генерации шаблонов заданий и тем самым задавать уровни сложности генерируемых заданий. Настройка параметров генератора выполняется через веб-интерфейс, доступ к которому имеет только преподаватель. Задания, полученные на выходе генератора, отображаются в виртуальном игровом мире, доступном учащемуся. Подсистема реализована с применением программной платформы .NET Framework на языке C# и технологии создания веб-приложений ASP.NET.

А.Э. Тагиров

ИНТЕРАКТИВНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА КАК ЭЛЕМЕНТ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

(выполнено в рамках проекта ГЗ вузам № 6.5803.2011)

(Самарский государственный архитектурно-строительный университет)

Формирование компетенций в современном высшем образовании невозможно без компьютерных технологий, предоставляющих возможности индивидуализировать обучение, активизировать самостоятельную работу, оптимизировать усвоение информации.

Особенно важно применение компьютерных обучающих программ в учебных дисциплинах со сложным понятийным аппаратом, например геологического характера, тезаурус которой имеет сложную структуру в основном на иностранном языке. Для целостного освоения дисциплины требуется укрупнение и визуализация дидактических единиц, подача информации как на вербальном и числовом, так и символическом, рисуночном. При этом желательно вводить активное сотрудничество преподавателя и студента как интерактивные элементы предъявления информации и контроля её усвоения.

Однако несмотря на большое количество программных средств, включенных в единое образовательное пространство, до сих пор ощущается их дефицит «проникающих» компьютерных технологий для отдельных учебных дисциплин. Так, для учебной дисциплины «Инженерная геология» на особом месте стоит задача формирования компетентности в области чтения инженерно-геологических карт. Поэтому нами на базе геологического кабинета СГАСУ [1] был разработан элемент компьютерного сопровождения - интерактивная геологическая карта Самарской области.

Кабинет был создан в конце 1930 года и по настоящее время расширяет геологическую коллекцию для проведения учебных занятий со студентами. В том числе была проведена оцифровка фото- и видеоматериалов [5], размещен-



ных в электронном виде на сайте вуза, среди которых большая часть материалов непосредственно собрана студентами СГАСУ и сотрудниками кабинета.

При этом нужно учесть, что при проведении инженерных мероприятий (планировании, проектировании, строительстве, эксплуатации сооружений) требуются углубленные знания инженерно-геологической информации.

Существующие карты требуют обновления и более детального картирования (в настоящее время лишь на 13-15% России) [2, 4]. Это становится возможным с применением более современных технологий, например, описанных в [3]. Полученные National Imagery and Mapping Agency с использованием данных радарной съемки Земли в ходе полета Дискавери Shuttle Radar Topography Mission SRTM цифровых топографических данных, использованные радиолокационные системы позволяют строить 3-х мерные карты для большей части Земли.

Для разработки элемента использован язык C++. В процессе разработки активно использовались библиотеки Qt. Интерфейс представляет собой окно со сценой для графического отображения карты Самарской области и областей с элементами управления для простого и понятного управления картой.

Оптимальным разрешением мы считаем 3150x3397. Такое число позволяет увеличить масштаб карты без существенных потерь качества.

Поскольку в качестве исходного материала использовались оригинальные карты с бумажных носителей, требовалось сканирование и послойное нанесение материала.

Изображения хранятся в графическом формате PNG. Такой выбор обусловлен наличием у формата канала прозрачности, отличного алгоритма сжатия без потерь для лучшего масштабирования изображения.

На основной слой карты Самарской области интерактивно накладываются слои с информацией о том или ином участке. Комбинируя слои можно получить требуемую информацию по области. Такой метод позволяет свести большое количество различных карт в одну систему, не перегруженную информацией. На данный момент доступно 10 различных слоев с трех карт.

Перемещение по рабочему полю с картой осуществляется с помощью ползунков по границе карты. Переключение видимости слоев осуществляется с помощью соответствующих переключателей в левой стороне экрана. Перемещение ползунка масштаба в правой части экрана позволяет изменить масштаб. В настоящее время ведется работа по хранению файлов ответов на тесты контроля изученных тем и расширение функционала программы.

В результате использования разработанного нами учебного элемента компьютерной обучающей программы студент не только визуально способен определять основные минералы, горные породы, полезные ископаемые, но и читать инженерно-геологические карты, составлять их разрезы, что в целом повышает эффективность подготовки специалистов в строительном образовании.

Литература

1. Геологический кабинет СГАСУ. Электронный ресурс
http://samgasu.ru/geological_kabinet.aspx



2. Сайт Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А.П. Карпинского
http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/sfo/omskaya_obl/index.php
3. Сайт NASA <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>
4. Современные геологические карты <http://www.geokniga.org/maps/395>
5. Энциклопедия минералов Электронный ресурс
http://www.catalogmineralov.ru/cont/word_a.html

Е.И. Чигарина, Д.С. Оплачко

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ СГАУ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В настоящее время в Самарском государственном аэрокосмическом университете (СГАУ) разработана автоматизированная интернет-система контроля текущей успеваемости и посещаемости студентов. Основная цель разработанной системы – постепенный переход к объективным методам оценки уровня знаний студентов. Система предназначена для заполнения преподавателями и просмотра студентами и родителями через интернет сведений о текущей успеваемости студентов факультетов СГАУ. Текущая успеваемость и посещаемость в течение семестра контролируется на определенных неделях, а именно 6, 10 и 14 до начала сессии. Для решения этих задач в системе реализован доступ к базе данных, учитывающий рабочий учебный план на семестр и распределение нагрузки по преподавателям кафедр факультета, а также позволяет учесть все виды занятий по каждому предмету семестра.

Программа обеспечивает выполнение следующих функций:

1. Доступ к базе данных системы.
2. Возможность заполнения сведений об успеваемости и посещаемости студентов преподавателями.
3. Разграничение прав доступа пользователей и контроль целостности данных.
4. Возможность просмотра по группам сведений о текущей успеваемости студентов.
5. Возможность получения справочной информации по специальностям и кафедрам факультетов.
6. Формирует следующие отчеты: списки должников по группе, по предмету, по преподавателю.

Программная реализация интернет-системы выполнена с помощью средств языка программирования PHP5 под управлением CMS Drupal 6. База данных системы реализована под управлением СУБД MySQL 5.



Слово «рейтинг» происходит от английского «to rate» (оценивать) и «rating» (оценка, оценивание). Рейтинговая технология оценивания результатов обучения студентов по некоторой дисциплине основана на учете накапливаемых ими оценок в баллах за выполнение текущих работ (лабораторных, курсовых, практических и других видов) и регулярно проводимых контрольных мероприятий. Так же оценка рейтинга учитывает показатель посещаемости студентом занятий. В отличие от традиционного способа оценивания, рейтинговая технология предполагает последовательное суммирование оценок студента по данной дисциплине в течение некоторого периода времени.

Целью введения рейтинговой системы оценки успеваемости студентов является комплексная оценка качества учебной работы студентов в процессе обучения по программам высшего профессионального образования.

Рейтинговая оценка может быть вычислена за любой контрольный период или за весь семестр в целом, по конкретному предмету или по всем предметам, преподаваемым в данном семестре по специальности.

Вычисление рейтинговой оценки успеваемости и посещаемости по предмету по 5-балльной шкале осуществляется по формуле:

$$K = \frac{5 \sum_{i=1}^N y_i w_i}{\sum_{i=1}^N w_i},$$

где y_i – успеваемость или посещаемость по i -му параметру в долях: от 0 (полностью не успевает) до 1 (полностью успевает), w_i – весовой коэффициент i -го параметра, i – номер параметра, N – количество контролируемых параметров.

К числу контролируемых параметров относятся:

- пропуски лекций в часах;
- пропуски практических занятий в часах;
- выполнение курсовых работ в процентах или в количестве выполненных разделов;
- количество выполненных лабораторных работ;
- выполнение контрольных работ в баллах (от 0 до 5).

Весовые коэффициенты задаются в начале семестра сотрудником деканата.

Успеваемость по отдельному параметру, за исключением учёта посещений, вычисляется как отношение показателя конкретного студента p_i к норме n_i – значению для полностью успевающего студента, задаваемому преподавателем:

$$y_i = \frac{p_i}{n_i}.$$

Например, если при выполнении курсового проекта для текущего отчетного периода норма равна 80%, а студент выполнил 40%, то его успеваемость $y=0,5$. Или, в случае лабораторных работ, если норма выполнения составляет 4 работы, а студент выполнил одну, его успеваемость по этому виду работ $y=0,25$.



Для контроля посещений указывается количество пропусков и y_i для посещаемости рассчитывается по формуле:

$$y_i = \frac{n_i - p_i}{n_i}$$

Например, если согласно расписанию занятий, студент должен был посетить 10 часов лекций, но преподаватель отметил ему пропуск 3-х часов, то это значит, что студент посетил $(10-3)=7$ часов, что соответствует его успеваемости по посещению лекций 0,8.

Полученные значения показателей успеваемости и посещаемости по отдельным параметрам для данного предмета сворачиваются в один обобщенный критерий с учётом весовых коэффициентов. Например, если лекции, лабораторные, и курсовые работы имеют весовые коэффициенты равные, соответственно, 0,3; 1,0 и 1,3, то для приведенного выше примера обобщенный критерий рассчитывается таким образом:

$$K = \frac{5(0,7 \cdot 0,3 + 0,25 \cdot 1,0 + 0,5 \cdot 1,3)}{0,3 + 1,0 + 1,3} = 2,1$$

Таким образом, по сумме показателей с учётом весовых коэффициентов студент получает неудовлетворительную оценку по показателям успеваемости и посещаемости по данному предмету.

Указанный расчёт ведется только для тех показателей, данные по которым заполнены. Если же контроль какого-то показателя был проигнорирован преподавателем, данный показатель не участвует в расчёте обобщенного критерия ни в числителе, ни в знаменателе. Признаком отсутствия информации является «ноль» в поле нормы. Если нет ни одного показателя, критерий не рассчитывается совсем и не участвует в дальнейших расчётах.

Расчет рейтинга студента по всем предметам осуществляется по формуле:

$$R = \frac{\sum_{j=1}^M K_j}{M}$$

где M – количество предметов текущего семестра.

Система работает через web-интерфейс, что позволяет получить информацию об успеваемости и посещаемости студента или группы любому желающему. Студент и родители могут посмотреть показатели рейтинга для контроля успеваемости, как по предмету, так и за семестр в целом.

Литература

1. Рейтинговая оценка текущей успеваемости студентов СГАУ [Текст] / В.В. Никишкин [и др.] // Перспективные информационные технологии для авиации и космоса: Труды международной конференции с элементами научной школы для молодежи. – Самара, 2010. – с.196 – 198.

2. Возможности балльно-рейтинговой системы для развития творческих способностей студентов [Текст] / Н.Л. Кузнецова // Вестник Томского государственного педагогического ун-та. – 2011. – № 1. – с. 63 – 66.



ФИЛОСОФИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ТРАНСГУМАНИЗМ

П.Н. Барышников

СЕМАНТИЧЕСКИЕ ПРЕДЕЛЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕОРИИ СОЗНАНИЯ

(Пятигорский государственный лингвистический университет)

Историческая связь вычислительных теорий с философией сознания далеко не всегда очевидна, и обладает сложным междисциплинарным характером. Наиболее ярким примером сближения формальных моделей с теоретическим предметом философии сознания является трансформация репрезентативизма в так называемую вычислительную теорию сознания (Computational Theory of Mind), с последующим превращением информационно-функциональную парадигму когнитивных наук.

Появление данного направления связано с популярными компьютерными метафорами, представленными в работах Х. Патнэма и Дж. Фодора. во второй половине XX в. [1, 1988; 2, 1981] Метафорически резюмировать этот подход можно следующим образом: биологическая материя мозга является «железом», а все когнитивные процессы «программным обеспечением». Согласно Computational Theory of Mind, все когнитивные процессы представлены в виде сложных вычислительных систем: вера, мышление, эмоции, мотивы, желания – это различные вид информации, которые обрабатываются агентом для достижения некоторых целей. В этом случае в основе отношений человека и реальности лежат не цифровые вычисления, а своеобразные формы механической рациональности: каждой сознательное действие агента имеет под собой ментальную причину, вызванную в свою очередь алгоритмической (эволюционной) обработкой статистических данных о достижении адаптивных целей.

При такой постановке вопроса в задачи исследователей входит расшифровка и анализ программного кода деятельности сознания. Программная начинка сознания, согласно репрезентативизму, состоит из интенциональных состояний, выраженных в особых символических репрезентациях. Проще говоря, одно функциональное состояние может иметь множество типов реализации. Здесь язык представляется как разновидность вероятностного автомата, работающего по предзаданным алгоритмам. В 1960-е гг. усиливали эту позицию данные эволюционной психологии, которые сводились к тому, что человеческое сознание есть вычислительное устройство, наследованное от биологических предков и предназначенное для адаптивных функций организма в физическом и социальных мирах. [3, 2005]

Известна также критика данного направления, основные тезисы которой сводились к следующему:



- a) Свойства семантики не всегда вытекают из свойств синтаксиса. (По этому вопросу идет неустанная борьба интернализма и экстернализма).
- b) Интенциональные состояния сознания с трудом поддаются моделированию из-за многообразия символических выражений касательно одного имплицитного содержания (проблема раскрытая П. Грайсом и Дж. Серлем).
- c) Остается открытым вопрос о способе кодировки мозгом ментальных состояний. (Известны Dual Coding Theory , Common Coding Theory)
- d) Методологические ограничения формальных систем и теории множеств (теорема Геделя о неполноте, теорема Левенгейма-Скулема) остро ставят вопрос о невычислимости когнитивных процессов (известны аргументы Дж. Лукаса, Х. Дрейфуса, Р. Пенроуза) и пр.

Как бы то ни было, вычислительные модели когнитивных процессов продолжают пользоваться популярностью среди исследователей различных дисциплин и направлений. Связано это прежде всего с наглядностью ментальных операций, которые воспроизводятся за счет сложных алгоритмов. Особое место в понимании *hard-problem of consciousness* занимают семантические исследования. Невычислимость семантики ментальных состояний, которая выражается в формах естественного языка, также вносит свой вклад в компьютерные теории сознания.

Здесь есть один парадоксальный момент. Естественный язык как математическая система представляется в алгоритмическом виде без каких либо проблем. Причем вычислению поддается множество аспектов: начиная от распознавания речи и имитаций диалогов, заканчивая аннотированием текстов и семантико-ассоциативным поиском.

Закономерно, что развитие информационно-функционального подхода привело исследователей к постановке проблемы представления семантических процессов в материи мозга, речи, поведении. Компьютерное моделирование когнитивных процессов, позволяет сегодня создавать удивительные образцы искусственного интеллекта (компьютерное зрение, алгоритмы принятия решений, анализ проблемной среды и т.д. [4, 2006]), но остаются нерешенными две глобальные проблемы: 1) модель автономной нервной системы (т.е. системы, функционирующей не по предзаданным алгоритмам, а «для себя»), 2) свободное смыслопроизводство (автономная семантика).

Действительно, с одной стороны, информационные технологии позволяют строить более изощренные логико-математические модели когнитивных процессов, с другой – некоторые свойства сознания, (например, интроспекция, «эффект Я», свобода воли, квалиа, ментальные репрезентации, юмор, творчество, эмоции) обладают неалгоритмизируемой структурой.

В принципе, классическая *mind-body problem* хорошо экстраполируется на проблему вычислимости: косвенные признаки наличия сознания (речь, мотивированное поведение, творчество) можно с известной долей приближения смоделировать на цифровых универсальных микроконтроллерах, но при этом невозможна модель осознанной спонтанной деятельности.



Проблема «цифрового атомизма» и ограниченности линейных алгоритмов была осмыслена еще в середине XX в., как специалистами по искусственному интеллекту, так и философами и методологами науки. Это связано, прежде всего, с математической природой цифровой техники:

«Кодирование информации с помощью дискретных объектов типа цифр и букв, которым пользуются создатели систем "искусственного интеллекта", с необходимостью порождает "атомистический" машинный мир дискретных данных и фиксированных признаков. Ориентация в этом мире - и решение в его терминах сложных задач (хотя бы отчасти напоминающих те, которые решает человек в своей интеллектуально-творческой деятельности в науке и практике) - представлялась возможной лишь на пути выработки методов выделения существенных ("релевантных") факторов (критериев, параметров, характеристик). Это обстоятельство стало ясно кибернетикам еще в 50-х - начале 60-х годов» [5, 1992].

Впоследствии предпринимались попытки по преодолению логико-математических ограничений цифровых моделей:

- a) нечеткие множества в автоматизированном принятии решений
- b) многокритериальный анализ
- c) адаптивные автономные системы
- d) нейросемантический анализ
- e) квантовая логика в машинных процедурах

Иными словами, построение когнитивных моделей при помощи информационных технологий стало реализовываться вне контекста семантических процедур сознания. Стало очевидным, что сознание не «обсчитывает» реальность, а присутствует в бытии. Эффект «субъективного наличия в бытии» остается недостижимым для формальных моделей.

Тем не менее, существует ряд работ, в которых раскрываются общие черты между машинными и человеческими когнитивными процедурами. Особое место в такого рода исследованиях занимают работы по анализу семантики проективных высказываний. Языковые структуры становятся «свидетельствами» о свойствах когнитивных процессов. Отношения между локативными объектами («Что находится?») и референциальными объектами («Относительно чего находится?») фиксируют навигационные метки.

При этом наблюдается ряд специфических свойств, которые разительно отличаются от процедур пространственной ориентации у искусственных интеллектуальных систем:

- значение сводится к концептуализации;
- полисемия является нормой и представлена в «пучках» категориальных семантических связей;
- существует базовые пространственные примитивы (время, расстояние, цвет, текстура), на основании которых строятся вариативные концепты;
- семантические структуры выводятся из положения «профилей» относительно базовых значений.



Семантические структуры включают в себя конвенциональные группы, в которых одно и то же содержание выводится различными способами. [6, 1994]

Из изложенного можно сделать вывод, что перспективы развития информационно-функциональных моделей сознания сводятся к имитации свободного концептуального смыслопроизводства. В то же самое время машинные модели когнитивных процедур помогают увидеть «слишком человеческое» в мирах естественной семантики и лучше понять интеллектуальную природу самого человека. Важно отметить, что лингвофилософский аспект в изучении процессов сознания переживает новый виток развития в связи бурным ростом семантических технологий на глобальном IT-рынке

Литература

1. Putnam, H. *Representation and Reality*. [Text]1988 MIT Press.
2. Fodor, J. *Representations*, Cambridge, Mass.: . [Text]1981 Bradford Books/MIT Press.
3. Pinker, S. *So How Does the Mind Work? Mind & Language*, Vol. 20 No. 1 February 2005, pp. 1–24
4. Шамис А.Л. Пути моделирования мышления. [Текст] М.: КомКнига, 2006.336 p.
5. Dreyfus H. L., *What Computers can't do: a critique of artificial reason*. [Text] MIT Press, 1992 - 354 p.
6. Patrick O., Jun-ichi T. A computational view of the cognitive semantics of spatial prepositions. Association for Computational Linguistics Stroudsburg, PA, USA ©1994 doi>10.3115/981732.981774

И.В. Дёмин

ТРАНСГУМАНИСТИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ КИБЕРНЕТИЧЕСКОГО БЕССМЕРТИЯ В КОНТЕКСТЕ ДИСКУССИЙ О «ПРИРОДЕ ЧЕЛОВЕКА»

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В большинстве современных философских направлений сущность или сущностная черта человеческого бытия усматривается в способности человека изменять, трансцендировать условия своего существования. Тезис о том, что в процессе человеческой деятельности происходит трансформация окружающей человека природной и социокультурной среды, ни у кого не вызывает сомнений и давно уже рассматривается как нечто само собой разумеющееся. Но происходит ли, может ли происходить в процессе человеческой деятельности трансформация *самой человеческой природы*? Или же «природа человека» представляет собой некий *инвариант* человеческой деятельности и *основание* человеческой идентичности, и «вмешательство» в неё есть безумная, самонадеянная и гибельная для самого человека претензия занять место бога? Эти вопросы ока-



зались в центре философских дискуссий, развернувшихся в связи с распространением и утверждением нового трансгуманистического мировоззрения.

В настоящее время трансгуманизм не является оформившимся идейным течением, многие концептуально значимые вопросы в трансгуманизме ещё не проработаны. Одним из важнейших идейных источников трансгуманизма является русский космизм, в частности, «философия общего дела» Н. Ф. Фёдорова.

В современном трансгуманизме фёдоровский проект «общего дела» (обретения бессмертия и воскрешения через «регуляцию природы») приобретает более конкретные и чёткие очертания. В трансгуманизме речь идёт, прежде всего, не о регуляции «внешней», но о трансформации «внутренней» природы человека, то есть биологического (органического) субстрата человеческого существования, человеческой телесности. Трансгуманистический проект кибернетического бессмертия¹ предполагает, что «природа» и «природное» в человеке или вне человека вовсе не является источником и основой его идентичности. Субстрат человеческого существования может и должен быть преобразован. Этот тезис опирается на исходную интуицию русского космизма о том, что *смерть есть нечто недолжное и противоестественное*. А источником уязвимости человека для смерти является его телесность, его биологический организм.

Многие недоразумения, возникающие в ходе философского обсуждения проектов кибернетического бессмертия и антропоконструирования, проистекают из превратного толкования понятия *природы*, а также вследствие смешения различных (а зачастую и вовсе несовместимых) значений этого термина. Как правило, это понятие берётся в некоем «усреднённом» значении, приближенном к обыденному словоупотреблению.

Сложность философского анализа различных проблем, так или иначе связанных с этим понятием, связана с тем, что «природа» представляется чем-то само собой разумеющимся и очевидным, не требующим особого внимания. Но эта очевидность обманчива. То, что значение понятия «природа» менялось в истории философии², всем известно, но о том, что современные философские рассуждения могут направляться различными идеями или «интуициями» природы, часто забывают.

Понятие «природа» чаще всего используется для обозначения определённого региона сущего (в отличие от *истории и/или культуры*). В этом значении «природа» включает в себя всё *несотворённое* человеком, а точнее всё, что в своём (и для своего) существовании не требует человеческого *участия*, не нуждается в человеке. Лев в африканской саванне – это часть природы, а лев в зоо-

¹ Подробнее об этом см.: Дубровский Д. И. Кибернетическое бессмертие. Фантастика или научная проблема? // Взгляд. 25 октября 2012.

² Наиболее проработанный историко-философский анализ понятия «природа» даётся в работе А. В. Ахутина. См.: Ахутин А. В. Понятие «природа» в античности и в Новое время («фюсис» и «натура»). – М.: «Наука», 1989. – 208 с.



парке уже не является частью *природы*, он является частью человеческой *культуры*.

С этим первым значением тесно связана трактовка природы как определённой *формы бытия*. Природные «объекты» существуют *иначе*, нежели «объекты» исторические (или социокультурные).

«Природа» в её наиболее распространённом и «усреднённом» значении понимается как *нечто естественное*. Не случайно, синонимом «природы» являются понятия «естество» и «натура». «Природное» – это «естественное» и «натуральное». Не рассматривая и даже не затрагивая проблему демаркации искусственного и естественного, ограничимся следующим замечанием: в самом общем смысле *естественное* существует *само по себе (спонтанно)*, а искусственное *поддерживается* (удерживается) в бытии человеком.

Наряду с этим понятие «природа» также часто используется в значении *сущности* чего-либо, какого-либо явления. Так, выражение «природа человека» часто используется в значении «сущность человека», но к этому значению часто примешивается ещё и смутное понимание того, что человек наряду с другими организмами в определённом смысле также является «частью» природы, что в нём имеется что-то и «от природы», что он, наконец, «вышел из природы» (на этот раз под «природой» понимается регион сущего). В результате возникает иллюзия, что природа «в человеке» – это какая-то *иная природа*, нежели та, что существует «вне» человека. А, между тем, природа «в человеке» и «вне человека» – это *одна и та же природа*, ибо «природа» – это и есть то, что в своём бытии не нуждается в человеке, его усилении и «посредничестве», то, что существует/происходит *спонтанно, «само собой»*.

Так, мы приходим к исходному пониманию выражения «природа человека». «Природа человека» – это всё то, что присутствуя в человеческом бытии, создавая возможности и/или накладывая ограничения, тем не менее, существует *без участия человека*. Несколько упрощая, можно сказать: природа в нас – это всё то, что мы *не контролируем*, это всё то, чем мы *не управляем* (либо в силу нежелания, либо вследствие невозможности, либо по причине нецелесообразности этого). Например, дыхание или кровообращение – это *спонтанные природные процессы*, протекающие в биологическом организме, в том числе и в организме человека. Но «сознательно задержать дыхание» – это уже человеческое *действие*, так или иначе вписанное в исторический и социокультурный контекст, а не природный процесс или реакция. То, что обычно называют «природой человека», обозначает природный (биологический) *субстрат* человеческого существования.

Сущность человека традиционно усматривается в способности к предметно-практической, преобразующей деятельности, в деятельности по изменению окружающей человека природной среды, в результате которой природные объекты становятся артефактами культуры. Но почему при этом накладывается табу на изменение, трансформацию природы самого человека, субстрата его существования? Ведь это одна и та же природа и организм человека *онтологически* ничем не отличается от любого другого биологического организма.



«Природа человека» и «человеческая природа» – это не вполне одно и то же. «Природа человека» как раз и не является *человеческой* в полном и строгом смысле слова, «природа человека» является *природной*, а не *человеческой*.

В этом смысле проект кибернетического бессмертия, проект переноса сознания/личности на небиологический, неорганический (то есть *созданный человеком*, а не *рождённый «природой»*) субстрат не только не противоречит *человеческой сущности*, но, по сути, является её *наиболее полным выражением*. Проект преодоления биологической обусловленности человеческого существования – это проект *очеловечивания* природы (в том числе и природы самого человека).

В. Г. Горохов в статье «Технонаука и перспективы развития глобальной цивилизации»³ пишет: «Главная проблема, которая возникает в связи с заманчивой задачей “улучшения человека” с помощью нанотехнологий, – до какой степени человек может играть роль Господа, манипулируя человеческой природой, в особенности человеческим мозгом»⁴. «Но человек не Бог, он сам часть природы и не может заменить ее полностью искусственной природой. Человек действует свободно и оригинально, если он только находит способ использования своей собственной природы. Однако его собственную природу, как подчеркивал С. Булгаков, так же как и окружающую его среду, он получает в качестве данных»⁵.

На это возражение с позиций трансгуманистического мировоззрения следовало бы ответить так: человек действительно «получает» (имеет) свою собственную природу и окружающую среду в качестве «данности», но в процессе деятельности он *преобразует, трансформирует* и то, и другое. Трансформировать природу человека – не значит примерять на себя роль Господа Бога, это значит *утверждать* свою *человеческую* сущность, не останавливаясь на полпути и не ограничиваясь полумерами. Не следует также забывать, что преодоление биологической обусловленности человеческого существа (некоторые трансгуманисты называют это «улучшением человека») – это не праздная затея, а необходимость. Необходимость «улучшения» человека диктуется самой логикой развития человеческой цивилизации и теми опасностями, которые ей угрожают⁶.

Таким образом, главное возражение против трансгуманистического проекта кибернетического бессмертия основывается на смешении и отождествлении понятий «сущность человека» и «природа человека». Трансгуманизм, принимая тезис о том, что сущность человека заключается в способности к целена-

³ Горохов В.Г. Технонаука и перспективы развития глобальной цивилизации // Человек и его будущее: Новые технологии и возможности человека. Отв. ред. Г. Л. Белкина. – М.: ЛЕНАНД, 2012. С. 305.

⁴ Там же. С. 305.

⁵ Там же. С. 306.

⁶ Подробнее об этом см.: Дубровский Д. И. «Природа человека» и глобальное будущее // Взгляд. 3 июля 2012.



правленной преобразующей деятельности, выдвигает на первый план задачу трансформации «природы человека», то есть биологического субстрата человеческого существования.

Литература

1. Ахутин А. В. Понятие «природа» в античности и в Новое время («фюсис» и «натура»). – М.: «Наука», 1989. – 208 с.
2. Горохов В. Г. Технонаука и перспективы развития глобальной цивилизации // Человек и его будущее: Новые технологии и возможности человека. Отв. ред. Г. Л. Белкина. – М.: ЛЕНАНД, 2012. – С. 296-307.
3. Дубровский Д. И. «Природа человека» и глобальное будущее // Взгляд. 3 июля 2012.
4. Дубровский Д. И. Кибернетическое бессмертие. Фантастика или научная проблема? // Взгляд. 25 октября 2012.

А.Ю. Нестеров

ИСКУССТВЕННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОСТЬ (AI) КАК ВОПРОС ФИЛОСОФИИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Вопрос о разуме – «что такое разум?» (или разумность, рациональность, интеллектуальность) – это традиционный вопрос метафизики. Невозможно получить определение понятия разума процедурой познания с прямой интенциональностью, поскольку разум – это и есть та среда, в которой всякий раз во всякий момент времени возникает ответ о разуме. Иными словами, говоря и размышляя о разуме, мы продолжаем использовать его в самом процессе говорения и размышления. Это положение дел ставит понятие разума в один ряд с понятиями бытия, сознания, языка, информации и т.п.

Определение понятия разума возникает в акте самопознания и носит рефлексивный характер. Начиная с Платона, а в христианской традиции – с Николая Кузанского, разум рассматривается как инстанция человеческого сознания, отличная от чувственного восприятия (способности фиксировать объекты «внешнего мира») и от рассудка (способности составлять «мнения» или «суждения» на том или ином языке). Наиболее полно понятие разума, понимаемого в качестве механизма рефлексии, рассмотрено в традиции немецкой классической философии.

Философия Нового времени, формирующая на основе понятия «знание» критерии «научного знания» или «науки», создаёт ряд метафизических (то есть рефлексивных) моделей, получающих практическое, опытное подтверждение: это модели экспериментальной физики, химии, биологии и т.д.. В терминах этих моделей оформляется концепция инженерного или технического мастер-



ства, позволяющего воплощать теоретическое знание в материальном субстрате, то есть воссоздавать во «внешнем мире» теоретические объекты, полученные рефлексией. Языком этой концепции является математика (Г. Галилей).

Техника как воссоздание в наблюдаемом мире теоретических, изначально не наблюдаемых объектов (или как экзосоматическая, внетелесная реализация рассудочных структур человеческого сознания в рамках проективного семиозиса), ставит серьёзный философский вопрос о соотношении естественного и искусственного. Где заканчивается то, что у человека «от природы», и где начинается то, что человек «сделал сам»? Где граница между объектами, «изначально» доступными прямому познанию, и объектами, которые стали доступны ему благодаря технике? Наиболее сложная постановка этого вопроса – а зачем вообще человеку техника, искусственные объекты, «новое»? Ответ всех философских традиций на этот вопрос одинаков: искусственные объекты и техника показывают уровень самосознания человека и человечества, то есть его способность контролировать материю (субстрат семиозиса) при реализации объектов, созданных в актах рефлексии и воображения.

Искусственная интеллектуальность представляет собой попытку технического воссоздания структур рефлексии, присущих человеческому сознанию (моделирование «разума»), а в мягкой форме – попытку воссоздания синтаксических структур тех или иных языков (моделирование «рассудка»). С первых попыток построения искусственного языка и вплоть до проекта «Аватар» речь идёт о расширении границ познаваемого и контролируемого человеческим умом, которые в каждый момент времени показывают и, сколько естественно-человеческого осталось в человеке, какого рода процедуры он в состоянии передать созданным им механизмам, а какие пока нет.

Если для математики и кибернетики понятие «искусственного интеллекта» (AI) связано с автоматизацией решений неалгоритмических задач (О.П. Кузнецов), то для философии ИИ (где философия в духе Венского кружка понимается как методология) круг задач существенно шире и определяется соотношением «искусственного» или технически воссоздаваемого и естественного, то есть известного, наличествующего, познанного, но технически пока не реализуемого в рамках каждой из философских дисциплин.

В рамках онтологии (учения о мире, как он есть на самом деле безотносительно к тому, как его кто-либо может наблюдать или мыслить) задача философии ИИ – найти методологические возможности выхода из круга автотрунникации. Человечество как субъект коммуникации постоянно оставляет сообщение самому себе во времени и у него нет иного собеседника, кроме себя самого (Ю.М.Лотман), соответственно нет и нечеловеческой точки зрения на какие-либо человеческие вопросы. Инженерные модели ИИ, видимо, рано или поздно смогут предложить человеку внешний взгляд на самого себя – и в этом плане задачи ИИ эквиваленты задачам поиска внеземных цивилизаций (будь то программа SETI или подходы трансперсональной психологии).

В рамках теории познания располагаются задачи анализа методов и моделей математики, логики и кибернетики, применяемых в области ИИ, задачи со-



поставления этих моделей с данными нейрофизиологии и накопленным опытом аргументации в области философии сознания. Это наиболее активно развивающаяся область философии ИИ, ей посвящена огромная литература.

В рамках герменевтики (учения о понимании и интерпретации) задачи связаны с анализом путей формализации известных моделей и определений понимания, сложившихся в истории философии и лингвистики. Понимание после Августина – это переход от знака к его значению (В.Г.Кузнецов), после В.Дильтея понимание рассматривается как минимум на двух уровнях: как переход от коммуникативного знака к некоммуникативному значению (объекту), а затем как переход от объекта к тому существу, которое им манифестируется. В области методологии существенные успехи достигнуты в формализации процедур понимания для искусственных математических языков, однако совершенно не ясны механизмы перехода от смыслов к значениям в естественных языках, равно и механизмы интерпретации переносных значений, отсутствуют какие-либо типологии знаков, позволяющие разделять коммуникативные знаки и гносеологические знаки и т.п.

В рамках эстетики перед философией ИИ стоит задача формализации понятия «прекрасное». В части формализации художественного (той суммы средств, которую автор – художник, поэт, скульптор и т.п. – использовал для создания у зрителя переживания прекрасного) достигнуты некоторые успехи. Количественные методы в эстетике позволяют описать некоторые закономерности построения художественной формы (как объективно данного текста) средствами математики (Ю.М.Лотман, М.Бензе), поскольку художественное – это часть техники в общем смысле. Однако само понятие прекрасного (например, в виде «чувственного свечения идеи» у Г.В.Ф. Гегеля) остаётся методологически непрояснённым, как для эстетики творчества и рецептивной эстетики, так и для эстетики текста.

В рамках этики философия ИИ определяется трансгуманизмом как новой идеологией (под «идеологией» понимается содержание метафизических понятий, транслируемых культурой), характеризующей эпоху кибернетической революции. Трансгуманизм подразумевает анализ границ человеческого в естественнонаучном, нравственном, эстетическом измерениях с целью обнаружения путей их качественного преодоления. В аксиологическом плане трансгуманизм ставит задачу осмысления качественно новой системы ценностей и экзистенциальных смыслов, обозначения требований высокой этики постсингулярного этапа развития цивилизации.

Языком философии ИИ с большой долей уверенности можно считать язык общей семиотики, позволяющий разграничивать семантические, синтаксические и прагматические правила. Анализ логики развития кибернетики средствами семиотики показывает, что потенциал общей теории систем, связанный с расширением знания путём применения синтаксических правил одной системы к описанию некоторой другой системы по принципу аналогии, исчерпан. Задачи развития, стоящие перед философией ИИ, описываются не через соотнесение синтаксиса и семантики (как это имело место вплоть до 80х годов



XXв.), но через анализ прагматики. Обычно эти задачи связываются с «проблемой человека», которая в свете прагматики оказывается множеством разнородных задач фиксации, анализа и интерпретации прагматических правил. Проблемы прагматики, на которые необходимо найти методологически внятный ответ, допускающий процедуру формализации и практической проверки инженерными (математическими и кибернетическими) средствами, формулируются следующим образом: что делает знак знаком в некоторой среде? Чем отличаются коммуникативные знаки от некоммуникативных знаков, какие существуют виды и типы некоммуникативных знаков? Чем отличается фикциональный знак от нефикционального знака?

Как правило, практикующие инженеры плохо осведомлены об истории философии, отсюда отдельной задаче философии ИИ является информирование инженерного (математического и кибернетического) сообщества об истории аргументации в каждой из философских дисциплин.

Литература

1. Иванов, Д.В. Природа феноменального сознания. М., 2012.
2. Дубровский, Д.И. Сознание, мозг, искусственный интеллект: сб. статей. М. 2007.
3. Моррис Ч.У. Основания теории знаков // Семиотика: Антология / Степанов Ю.С. (сост.). М.; Екатеринбург, 2001.
4. Нестеров, А.Ю. Проблема и понятие знака в эпистемологии и теории коммуникации // Философия науки. 2008. 1(36).
5. Нестеров, А.Ю. Семиотическая схема познания и коммуникации. Самара, 2008.
6. Günther G. Das Bewusstsein der Maschinen. Eine Metaphysik der Kybernetik. Baden-Baden, 2002.
7. Mittelstraß J. Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie. Stuttgart; Weimar, 2004.

А.Ю.Нестеров

ФИЛОСОФИЯ И МАТЕМАТИКА: О РАБОТЕ МОЛОДЁЖНОЙ СЕКЦИИ САМАРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ НАУЧНОГО СОВЕТА ПО МЕТОДОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА РАН

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

Самарское региональное отделение Научного Совета по методологии искусственного интеллекта Российской Академии Наук (НСМИИ РАН) на базе факультета информатики и кафедры философии ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» (СГАУ) было утверждено НСМИИ РАН на заседании от 26.09.2007, протокол №21. Руководителем Са-



марского регионального отделения является проф. С.А.Прохоров, заместителем – проф. Р.И.Таллер, учёным секретарём – проф. А.Ю.Нестеров. 26.12.2007 решением НСМИИ РАН проф. СГАУ А.Ю.Нестеров был утверждён руководителем Молодёжной Секции НСМИИ РАН.

На настоящий момент Молодёжная Секция при Самарском региональном отделении НСМИИ РАН (рук. – А.Ю.Нестеров) провела более 50 открытых заседаний. Первое заседание состоялось 17.03.2008, последнее – 07.10.2013. В осеннем семестре при подготовке к ежегодной конференции в МИРЭА проводится, как правило, одно заседание в неделю, в весеннем семестре – одно заседание в две недели. Структура заседания включает научный доклад, его обсуждение в открытой дискуссии и оргвопросы. Количество участников в среднем составляет 20-25 человек, представляющих факультет информатики и научные структуры СГАУ, философские факультеты и общественность города. Актуальная информация о деятельности секции отображается на сайте <http://ai.ssau.ru/>.

Участники, как правило, – студенты старших курсов, магистранты, аспиранты, кандидаты и доктора технических, физико-математических, филологических, социологических, философских наук, представители общественных организаций. За годы работы сформировались устойчивые связи с академическими институтами Самарского Научного Центра (Институт проблем управления сложными системами РАН, Институт систем обработки изображений РАН), с Советом молодых учёных Самарской области: перспектива связана с организацией областного научного семинара под эгидой НСМИИ РАН.

Участники МС Самарского отделения НСМИИ РАН с 2007 года регулярно принимают очное участие в конференции «Искусственный интеллект: философия, методология, инновации», в настоящий момент готовится порядка 7 -10 заявок. В декабре 2010 г. с публичной лекцией в СГАУ выступил проф. Д.И.Дубровский. В марте 2013 г. на базе СГАУ прошла всероссийская научная конференции с международным участием «Вторые Лемовские чтения».

Содержательно заседания МС Самарского отделения НСМИИ РАН представляют собой аспирантский семинар, реализующий возможность свободного диалога математики, философии и физики. Как правило, математики выступают с докладами о конкретных матмоделях, реализующих функции ИИ, физики – с докладами о структурах, обеспечивающих возможности моделирования, инженеры – с докладами о полученных прикладных решениях, философы – с рассуждениями методологического и исторического характера. В ходе работы секции сформировался корпус общезначимых содержательных проблем, вокруг которых строится обсуждение. Это проблема учета математическими средствами переносного значения для общетеоретических и прикладных моделей, проблема работы с интерпретантой (то есть навыком, обеспечивающим возможность знаку быть знаком), проблема соотношения математического описания и физической реальности в виде вопроса о соотношении синтаксиса и семантики, в целом проблема сознания и средств его описания в имеющихся научных дисциплинах.



Важная научная проблема, в решении которой секция надеется получить серьёзные результаты – это проблема целеполагания, подразумевающая круг мировоззренческих, но вместе с тем, методологических и научно-технических вопросов, равно как и путей их достижения и/или возможного обозначения таковых. В свете начатого в сентябре 2012 года сотрудничества с общероссийским стратегическим движением «Россия 2045» предметом научных исследований участников секции являются трансгуманистические проекты научного и мировоззренческого планов: история преодоления человеком собственной конечности, философские основания такого преодоления, проблема самопонимания и самости человека и её научно-технологические репрезентации, научные, технологические и философские основания перехода от человеческого к постчеловеческому миру – это круг тем, планируемых секцией к обсуждению на ближайшее время.

О.Ю. Никифоров, Н.А. Ястреб

ПРОЕКТ ОТКРЫТОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО ФИЛОСОФИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОЛОГИИ ИСТОРИИ ИДЕЙ

(Вологодский государственный педагогический университет)

Основной проблемой, на решение которой направлен проект, является практически полное отсутствие в области философии современных интерактивных информационных систем, которые представляли бы ключевые идеи системно и концептуально, но, в то же время, в доступной форме, что необходимо для обеспечения научных исследований и образовательного процесса в области философии. Данная проблема подразделяется на две исследовательских составляющих: философскую и техническую. Для создания такой системы необходимо определение спектра базовых философских идей и их описание на разных этапах развития с учетом категориального, философского и общекультурного контекста, а также доминирующих дискурсов. Техническая часть исследовательской проблемы состоит в разработке компьютерной модели, в которой каждая идея будет рассматриваться как динамический объект, изменяющий свое состояние во времени и раскрывающийся с учетом периода развития философской мысли, лингвистического, исторического, социального, культурного контекста.

Информационная система «История философских идей» содержит интерактивные материалы в области истории основных идей, концепций, проблем, дискурсов, категорий в области философии. Методология истории идей была предложена А. Лавджоем как метод философского и научного познания, основанный на понимании истории мысли как развития ряда фундаментальных концептов. Рассматривая идеи как базовые концептуальные единицы знания в их эволюции, диалектике, историческом и теоретическом развитии, исследова-



тель может открывать уникальные аспекты, казалось бы, привычных понятий и концептов.

Каждая идея будет рассматриваться как динамический объект, который изменяет свое состояние во времени. Наглядно эволюционирующую идею можно рассматривать как прямую параллельную оси времени. На этой прямой выделяются точки, фиксирующие устойчивые состояния идеи. Эти точки будут рассматриваться как узлы дефиниции, характеризующие эти состояния. На отрезках между двумя последовательно идущими узлами дефиниции объект-идея рассматривается как неизменяющаяся. В каждом узле дефиниции объект-идея описывается в разрезе доминирующих дискурсов. Подобный подход позволяет рассматривать идею не только в соответствии с периодом развития философской мысли, но и в лингвистическом, историческом, социальном, культурологическом контексте, что делает информационную систему актуальной и востребованной для широкого круга исследователей в области гуманитарных наук.

Пользователь информационной системы «История философских идей», рассматривая объект-идею в конкретный момент времени, получает модель, в состоянии соответствующем заданному периоду, при этом актуализируется не только сам объект, но и его окружение, связанные с ним идеи, категории, концепции. Таким образом, пользователь получает объект-идею и все связанные категории в том состоянии, которое соответствует выбранной точке (или отрезку) на прямой объекта.

Для решения проблемы наполнения информационной системы необходимо выявление совокупности фундаментальных идей философии, комплексное описание их содержания, эволюции и взаимодействия в истории философии. В качестве ключевых идей для разработки системы будет использован как материал, имеющийся в философской литературе, так и авторская реконструкция.

Информационная система будет иметь открытый характер. Комплекс системы включает в себя: настольное приложение, базу данных и «облачный» сервис. Доступ к основным функциям системы будет доступен из настольного приложения и через web-сервис. Internet-ресурс также позволит скачивать обновляемый контент информационной системы и загружать пользовательские обновления базы. Обновлять базу сможет любой авторизованный пользователь. Изменения фиксируются в основной базе и становятся доступными для скачивания другими пользователями после утверждения группой редакторов ресурса.

Разработанная система может быть использована в научной работе и на различных ступенях образования. Основная целевая аудитория – студенты и преподаватели высших и средних учебных заведений, однако предлагаемый способ подачи материала позволяет применять его в средней школе на уроках обществознания и истории. Информационная система «История философских идей» также может быть полезна аспирантам и всем, кто занимается научной работой в области гуманитарного знания. Разработанное программное обеспечение и общая методика организации материала могут быть использованы для создания информационных систем по другим областям знания, прежде всего,



там, где уже есть наработки в области истории идей – культурологии, антропологии, литературоведении и др. Информационная система может применяться для организации проектной деятельности школьников и студентов.

Литература

1. Лавджой А. Великая цель бытия: История идеи / Пер. с англ. – М.: Дом интеллектуальной книги, 2001. – 376 с.
2. Мотрошилова Н.В. Рождение и развитие философских идей: Историко-философские очерки и портреты. – М.: «Канон+» РООИ «Реабилитация», 2010. – 488 с.
3. Никифоров О.Ю., Ястреб Н.А. Информационная система «История философских идей» // Системные стратегии: наука, образование, информационные технологии. Материалы Всероссийской конференции г. Вологда, ВГПУ, 24 – 25 сентября 2013 г. Под ред. О.Б. Голубева и Н.А. Ястреб. – Вологда.: ВГПУ, 2013. – С. 53 – 56.

Л.Л. Чекалов

ДВА ВИДА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

(ООО «Транс-Мобил»)

В данной работе описываются два вида принятия решений в биологических системах используя философские категории высокого уровня абстракции – **материя, энергия, информация, движение, пространство, время, управление, форма**, рассматривая только внешние проявления результатов управления для отдельного субъекта и не касаясь скрытых механизмов и социального поведения.

Под термином «биологические системы» (БС) понимаются субъекты животного мира и человек.

Естественные формы «неживой» материи осуществляют движение в пространстве по траекториям, диктуемым неизменными для данных форм материи законами физики. Законы физики являются той информацией для определения траектории движения. Управление движением искусственной формы «неживой» материи в пространстве осуществляется с использованием законов физики на основе алгоритмов соединяющих информацию о текущей ситуации управления и поставленной целью управления.

С направлением движения формы БС все гораздо сложнее. БС воспринимает текущую ситуацию (ТС), в которую включается как конфигурация самой формы БС (внутреннее пространство), так и конфигурация внешнего пространства. ТС сравнивается с прошлым опытом БС (обработка информации (ОИ)), принимается решение (ПР) о траектории движения формы в пространстве, начинается движение. В совокупности восприятие ТС, ОИ и ПР



являются составными частями управления как БС, так и формы «неживой» материи.

ТС можно определить как информацию о внешнем и внутреннем пространстве. Под информацией в данном случае понимается комплекс свойств и состояний самой БС, а также их изменение при движении и взаимодействии с объектами или субъектами внешнего пространства или частями внутреннего пространства. Информация в своем проявлении может иметь совершенно различные свойства, отражающие соответствующие характеристики материального мира. Например, дискретность и непрерывность фундаментальное свойство материального мира, и соответственно информация имеет свойства дискретности и непрерывности [1.С.257].

Таким образом, можно отметить, что направление действия энергии обеспечивающей движение для форм «неживой» материи определяется физическими законами, а БС определяет направление реализации собственной энергии в соответствии с законами восприятия и обработки информации, сформированными в процессе эволюции БС.

Биологическая система на животном уровне управляет своей формой (движением материи внутреннего пространства) для осуществления движения формы во внешнем пространстве. В процессе эволюции животных от низших к высшим управление формой становится всё более сложным и совершенным. Если жука перевернуть на спину, то ему потребуется много усилий, чтобы вернуться в исходное положение. Попробуйте то же самое сделать с кошкой или собакой.

Биологическая система на человеческом уровне начинает развитие своих функций, уходя от животного уровня, с обучения управлению своей формой для изменения внешнего пространства. Особую роль в этом сыграла кисть руки. Конечно, можно заметить, что высшие животные тоже изменяют внешнее пространство – строят гнезда, копают норы, но все эти способности у них находятся в начальной стадии развития, они становятся как бы платформой, на которой начинается гораздо более сложное и глубокое развитие этой способности у человека. В настоящий момент развитие этой способности у человека достигло определенного предела – настолько серьезно изменена вся внешняя среда обитания человека, вплоть до молекулярного уровня, и в связи с этим все чаще мы слышим об экологическом кризисе, угрожающем самому существованию человека.

Понятие управления движением формы БС непосредственно связано с восприятием информации о текущей ситуации (ТС) как для своей формы (внутреннее пространство), так и вокруг неё (внешнее пространство), сравнением ТС с прошлым опытом субъекта (обработка информации ОИ) и принятием решения (ПР) о движении своей формы в пространстве.

Субъекты (человек) имеют психофизиологические различия левого и правого полушарий мозга, что позволяет субъекту по-разному воспринимать действительность и накладывает особый отпечаток на обработку информации и принятие решений.



Функциональные особенности левого полушария (ЛП): ведет логическим мышлением, знаковым восприятием действительности, аналитическим расчленением целого на элементы. Функциональные особенности правого полушария (ПП): отвечает за образное мышление, за целостное восприятие объектов; позволяет одновременно охватывать все имеющиеся в предмете связи [2.С.29].

У субъекта возможно смещение доминанты в обработке информации между левым и правым полушарием и это приводит к различным вариантам ПР. *Доминанта* - сознательная или неосознанная задержка (концентрация) внимания на определенной части внешнего или внутреннего пространства субъекта.

Любую ситуацию, связанную с принятием решения (ПР) можно представить в пространстве - времени как на рисунке 1. Необходимые шаги принятия решения и управления:

- 1) прошлый опыт (1-2);
- 2) текущая ситуация (2);
- 3) сравнение ТС с опытом (обработка информации) (2-3);
- 4) принятие решения (3);
- 5) управление движением в пространстве (3-4).

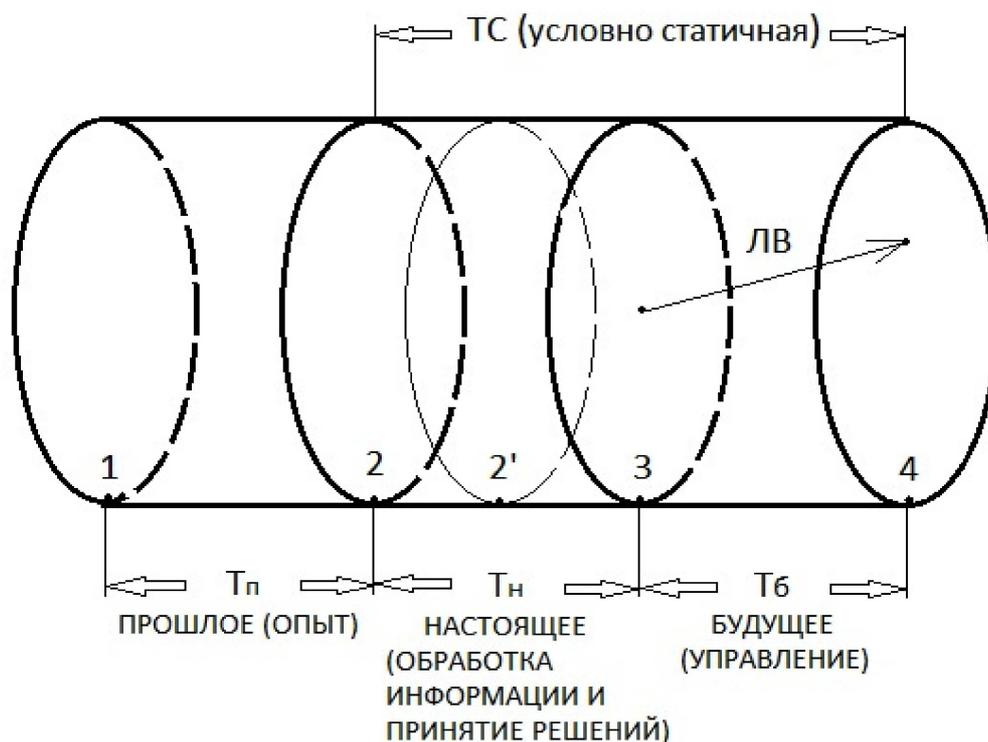


Рис. 1. Схема обработки информации, принятия решения и управления

Как будет выполнять эти шаги левое полушарие (дискретная обработка информации):

- 1) Прошлый опыт - дискретный фрагментарный алгоритмически взаимосвязанный, он ориентирован на ограниченное количество целей и поддается описанию знаковыми системами, вернее он формируется в процессе обучения через знаковые системы.



- 2) Текущая ситуация – дискретизируется (или фрагментируется) алгоритмически по набору параметров в соответствии с целями прошлого опыта (время между точками 2-2' больше нуля). Точка 2' рисунок 3 характеризует окончание предварительного этапа обработки информации - дискретизация ТС. Изначально ТС непрерывна при отсутствии субъекта.
- 3) Обработка информации - дискретная ТС сравнивается алгоритмически с дискретным опытом (время между точками 2'-3 больше нуля).
- 4) Принимается решение - точка 3. Если необходимо, подтверждение истинности ПР в сознании до начала практической реализации происходит на основе алгоритма.
- 5) Управление. Практическая проверка истинности принятого решения и попытка его совмещения с целью.

У правого полушария схема будет несколько иная:

- б) 1) Прошлый опыт - непрерывно-дискретный, более целостный, менее фрагментарный.

2)3) 4) Текущая ситуация - дискретизируется, сравнивается с опытом и принимается решение на основе ощущения (чувства). Все три действия проходят «одновременно» и подтверждение истинности ПР в сознании проводится без участия алгоритма на основе ощущения «мгновенно» (время между точками 2-3 стремится к нулю).

- 7) Управление. Практическая проверка истинности принятого решения.

Нельзя сказать, что левое и правое полушария функционируют отдельно, наоборот субъект никогда не может полностью отключить одно из полушарий, но в определенные промежутки времени при ПР доминирует то одно, то другое полушарие и, соответственно, происходит либо более дискретная обработка информации, либо более непрерывная.

Информация проявляется для субъекта в виде двух предельных состояний – дискретной и непрерывной. Дискретность и непрерывность это неоднородность качественная и/или количественная в пространстве и/или времени. По отношению к субъекту дискретность и непрерывность информации связана с его способностью различать эту неоднородность на физическом и/или психическом уровне, т.е. связана с относительными свойствами его собственной неоднородности, по отношению к пространственно-временной неоднородности воздействия. Отсюда, разная скорость показа фотокадров в одном случае, будет восприниматься как слайд-шоу, а при увеличении скорости - как кино. Если пространственно-временная плотность, поступающей через органы чувств, информации выше возможности реакции органов чувств и скорости обработки информации субъектом (это время требуемое осознание – как переход информации с физического уровня на психический), то принимаемая информация будет непрерывной.

Очень интересен также вопрос объективности дискретной и непрерывной обработки информации и соответственно принятия решения. Объективность дискретной и непрерывной ОИ, ПР и УП в конечном счете подтверждается достижением с той или иной степенью точности поставленной цели управления.



Но есть промежуточный этап – точка 2', расположенная до начала практической реализации управления в точке 3 (рисунок 1), где возможна алгоритмическая проверка возможности достижения поставленной цели (хотя она может проводиться и параллельно с выделением цели в процессе ПР). Такая проверка, дополнительно, является способом **интерсубъективного** дискретного обмена для объяснения причин именно такого ПР и УП.

В случае с непрерывной обработкой информации это сделать невозможно до точки 3, ни алгоритмически вывести и проверить принятое решение, ни вступить в **интерсубъективное** общение, потому что переход от точки 2 к точке 3 происходит «мгновенно». После точки 3, мы можем уже попытаться обосновать ПР и УП, как для себя, так и для других, но к реальному процессу ОИ и ПР это не будет иметь никакого отношения. Но как само ПР при непрерывной ОИ, несмотря на это, всё равно претендует на истинность и по каким причинам?

Эволюционно основной задачей БС было:

- ориентация во внешнем пространстве;
- управление движением своего внутреннего пространства для движения во внешнем пространстве;
- управление движением своего внутреннего пространства для изменения объектов внешнего пространства.

От истинности таких решений зависела жизнь первобытного человека, поэтому настройка непрерывной обработки информации правого полушария на истинность - тоже результат естественного отбора. Если субъектом не объективно воспринимается внешняя ситуация, не корректно происходит управление телом, то либо субъект остается голодным и умрет, либо его съедают.

Отсюда непрерывная обработка информации, результат которой подтверждается только лишь чувством (ощущением), направлена на истинность, если только нам удастся уловить это чувство. Но если мы исходя из каких-то соображений не принимаем это чувство и делаем неверное решение, то весь организм сигнализирует об этом - на этом и основана работа детектора лжи. Видимо существуют устойчивые зоны мозга, в которых пересекаются обработка информации и управление внутренними органами и если сознательно нарушается истинная ОИ, то тут же нарушается неосознанное управление внутренними органами.

Таким образом, объективность работы сознания в части восприятия мира, обработки информации, принятия решений и управления телом – составная часть *эволюционного процесса* по развитию функций сознания. Человеку от природы достался инструмент, которым он пользуется в меру жизненной необходимости, в основном не думая о его возможностях и функциях.

Еще один интересный вывод следует из наличия и применения субъектом непрерывной обработки информации и опыта - его невозможно передать другому субъекту. Дискретная составляющая опыта передается в любой знаковой форме, а непрерывная - всегда остается достоянием самого субъекта. Понимание трех субъектов при общении, а оно возможно пока только на дискретном



уровне, происходит только в зоне пересечения общего непрерывного и дискретного опыта ОО (рисунок 2). На самом деле, рисунок 2 должен быть нарисован объемным, где большинство дискретного обозначения непрерывного опыта совпадают (допустим на уровне русского языка), а вот непрерывная часть (смыслы, значения) очень часто расходится в содержании. Одним и тем же словом у различных субъектов может обозначаться различный непрерывный опыт. Так появляется проблема «другого сознания» [3], где при совпадении дискретной составляющей (например, русский язык) существенно может различаться непрерывная часть – значения и смыслы слов.

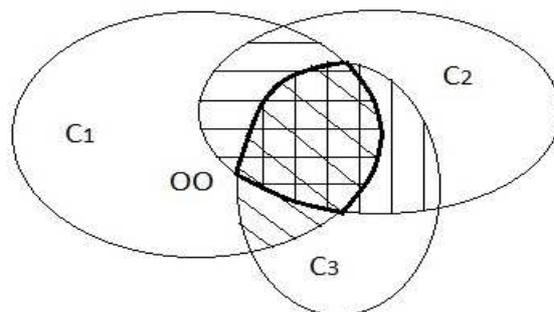


Рис. 2. Пересечение зон дискретного и непрерывного опыта трех субъектов

В заключении можно отметить, что два способа принятия решения с одной стороны эволюционно взаимосвязаны, с другой стороны, на различных этапах эволюции преобладают (доминируют) в основной массе субъектов только один из них. В настоящий момент, изучение закономерностей функций сознания позволяет учиться осознанно относиться к использованию собственных возможностей. Также знание этих закономерностей позволяет сделать более гармоничным развитие двух форм принятия решений в образовательных программах.

Литература

1. Чекалов Л.Л. Информационная модель сознания и описание эволюции её функций от животного к человеку // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XII Международной конференции (21-23 июня 2010 г. Самара, Россия)/ Под ред.: акад. Е.А.Федосова, акад. Н.А.Кузнецова, проф. В.А.Виттиха. - Самара: Самарский научный центр РАН, 2010. - с 256-262.
2. Геодакян В. А. Эволюционные теории асимметризации организмов, мозга и тела // Успехи физиологических наук. 2005. Т. 36. № 1. с. 24-53.
3. Дубровский Д.И. Проблема «другого сознания» // Вопросы философии, 2008, №1.



П.И. Чубарь

НОВЫЕ МЕДИА КИБЕРПРОСТРАНСТВА

(Томский государственный университет)

Современное общество характеризуется прогрессирующим ускорением и глобализацией коммуникации в социальной сфере. Масс-медиа средства актуализируют проблемы всего общества во всем его многообразии, но человек, находясь под воздействием множества факторов – медиасреды, рекламы, массовой культуры и др., оказывается в состоянии неизбежного избыточного потребления информации. Ни медиа, ни реклама, ни массовая культура не обращаются непосредственно к человеку как к личности, объект их воздействия – это усредненный потребитель. Исключение индивидуального начала в процессе потребления информации является и необходимым требованием медиа пространства, и причиной информационной невосприимчивости, что проявляется в низком уровне анализа получаемого контента и низком уровне его восприятия. Преодоление данных препятствий осуществляется через новые формы подачи материала и более мощные механизмы воздействия на человека.

Среди исследователей фотографии как одного из видов средств массовой коммуникации большую роль играет Р.Барт, ученый, предложивший две уникальные категории, позволяющие интерпретировать глубину смысла фотоизображения.

Первая из них – *studium*, она представляет собой набор канонов, стереотипов, клише и схем, которые сознательно заложены в изображение и считаются автоматически в историческом, культурном или политическом контексте восприятия. *Studium* является рациональным началом в фотографии, которое построено на механизмах кодирования смысла.

Вторая категория, предложенная Бартом, – *punctum*. Она непосредственно связана с индивидуальностью, личным опытом и чувствами, с иррациональным миром человека. В образных определениях Барта, это некий зигзаг, пронзающий понимание и спокойствие зрителя, болевой укус, прыжок в пустоту.

Однако в современной фотографии как инструменте коммуникации можно увидеть вездесущность одной категории, господство *studium*. Это обусловлено тем, что сложный и многогранный *punctum* нарушает спокойствие человека и погружает его в состояние сверхчувствительности, чуждое самой медиасфере. Главной целью масс-медиа является распространение информации и формирование общественного мнения, поэтому предмет массовых коммуникаций заложен исключительно в историческом, культурном и политическом контексте. Масс-медиа должны объединять общество, используя стандартные схемы и стереотипы – *studium*, а не повергать человека в раздумия и одиночество через болевой *punctum*.

С другой стороны, отсутствие категории *punctum* вызывает снижение личной заинтересованности потребителя информации и поверхностное воспри-



ятие контента. Реакция масс-медиа на эти процессы может быть описана в трёх основных аспектах. Во-первых, медиа приобрели новую форму существования и распространения – киберпространство. Во-вторых, произошло увеличение степени вовлеченности человека в медиасферу. И, в-третьих, современные медиа отличает всепроникающий принцип интерактивности.

1. Переход печатных медиа в киберпространство, компьютерную виртуальную реальность, и становление новых медиа. Использование цифрового способа создания и передачи информации через интернет предоставляет более широкие возможности по скорости трансляции и охвату аудитории. В будущем предполагается существование медиасферы преимущественно в киберпространстве, что обусловлено высокой скоростью распространения информации и высокой степенью компьютеризации общества. Подтверждением чего является сокращение тиража газет и журналов, а также создание интернет версий газет.

2. Увеличение степени вовлеченности человека посредством усложнения формы подачи контента: произошел переход от воздействия на один орган чувств к многоканальному способу передачи информации.

Полвека назад М.Маклюэн разработал уникальную систематизацию медиа средств («the medium»), в которой он разделил все медиа на «горячие» и «холодные». Основные медиа средства (прессу, радио, кино и фотографию) он называл «горячими», подчеркивая тот факт, что они воздействуют лишь на одно чувство восприятия и предполагают низкую степень участия воспринимающего. «Холодные» медиа, например, книги, в определении Маклюэна, передают только форму и нуждаются в большом личном вкладе, так как они не имеют четко выраженной точки зрения.

Однако сегодня текст, аудио, видео, изображение и анимация соединяются в новом синтетическом формате – в формате мультимедийного интернет-ресурса. Новый формат предполагает большие перспективы развития не только в медиасфере, но и в рекламе, искусстве, образовании, индустрии развлечений, технике, медицине, математике, бизнесе и научных исследованиях.

Принято деление мультимедиа на линейное и нелинейное. Нелинейное мультимедиа позволяет человеку принимать участие в выводе информации, а линейное нет. Именно нелинейное мультимедиа отражает идею многоаспектности человеческого мышления и позволяет человеку самому формировать траекторию знакомства с информацией, что позволяет предположить, что этот формат будет широко распространен в будущем.

Следующий аспект изменения формы трансляции информации является прямым продолжением общего процесса развития медиасреды.

3. Принцип интерактивности. В результате перехода в новое медийное пространство и интеграции различных информационных средств складывается новый формат изданий, где читатель/зритель/слушатель становится и распространителем, и создателем информации. Человек не ограничен ролью потребителя информационного продукта, он активно взаимодействует с ним, оказывая на него непосредственное влияние.



Расширив границы применения фотографической категории *studium* до границ всех медиа, можно сказать, что киберпространство как новая медиасреда, новые формы средств коммуникации и всепроникающий принцип интерактивности – все это пути обновления масс-медиа через усиление категории *studium*. В новых медиа происходит более динамичное обращение с культурными схемами и кодами, а также соединение различных средств коммуникации, благодаря чему достигается широкое понимание и распространение информации.

Будущее развитие средств коммуникации видится в усилении настоящих тенденций и в дальнейшем отходе от категории *punctum* как от индивидуального начала в медиaprостранстве. Это своеобразное смещение акцента с отдельного человека на все общество, его ценности и интересы.

Литература

1. Барт Р. *Camera lucida*. Комментарий к фотографии / Пер. с фр. М. Рыклин. М.: ООО «Ад Маргинем Пресс», 2013. – 190 с.
2. Маклюэн М. Понимание Медиа: Внешние расширения человека / Пер. с англ. В. Николаева. М.; Жуковский: «КАНОН-пресс-Ц», «Кучково поле», 2003. – 464 с.



СОДЕРЖАНИЕ

Scientific Computing

Tarzan Legović Principles concerning maximum sustainable yield in ecosystems.....	3
Branko Soucek Natural perceptual universal laws (PUL) – BRA = 3.6 ms; AMA = 25 ms; MA = 175 ms; BRAMA = 1225 ms – used in the life, business and scientific computing	3
S.A. Prokhorov, I.M. Kulikovskikh New handbook on orthogonal functions of exponential type and its applications to create small memory programs in mobile technologies	8
S.A. Prokhorov, Y.V. Solovyova The comparative analysis of orthogonal models creation results in case of different approach applications to the assessment of correlative spectral characteristics in different orthogonal bases.....	9
S.A. Prokhorov Review on B. Soucek “Better Life and Business: Cell, Brain, Mind and Sex Universal Laws, Bentham Science Publishers: 2013, 214 p., eISBN: 978-1-60805-494-7”	15
Anton Ivaschenko, Alfija Dijazitdinova Scheduling by conditions for time based reasoning	16
Sergey Inozemtsev, Anton Dmitriev The essence of magenta scheduling solutions for practical applications	21

Автоматизированные системы научных исследований

Антонов Ю.Н. Применение информационных технологий для повышения эффективности лазерной подгонки пленочных резисторов	23
Астахова Т.В., Абакумов А.А. Улучшение динамических характеристик электродинамического вибрационного стенда	25
Баранов В.Е. Автоматизация постановки экспериментов и обработки данных при исследовании дискообразных космических систем	27
Безгинов А.А., Ярыгин О.Н. Визуализация многогранников с помощью компьютерных технологий.....	31
Вилоп Л.Э. О проблеме нормирования точностных характеристик средств измерения	35
Дмитриев А.О., Полушин А.Н., Халиулин Р.Р. Сокращение времени и трудозатрат с помощью цифровых методов.....	38
Ермоленко А.Г., Ермоленко Г.Ю., Степанова М.А. Модифицированное дискретное преобразование Фурье в сравнении с классическим	40
Есипов Б.А., Муравьев В.В. Разработка и исследование алгоритмов решения обобщенной задачи о минимальном покрытии.....	45
Заико А.И. Характеристики эргодических случайных процессов.....	50
Климентьев К.Е. Аналитические модели взаимодействия мобильных агентов	54



Котенко А.П., Букаренко М.Б. Моделирование конечными автоматами систем массового обслуживания с различными каналами.....	57
Кудрявцев Д.А., Лёзин И.А. Определение видов и параметров двумерных законов распределения зависимых величин.....	60
Макаров Р.Ю. О численном методе определения параметров кривой ползучести на основе разностных уравнений	62
Медетов Б.Ж., Иманбаева А.К., Темирбаев А.А. Разработка виртуального стенда для комплексного анализа электронных автоколебательных систем	67
Нагорнова Т.Е., Елунин М.Н. Автоматизированная система распределения пар «шеф-подшефный» по совокупности ряда критериев на основе линейного программирования	71
Печенин В.А., Рузанов Н.В., Болотов М.А. Информационная система для моделирования процесса координатных измерений	73
Полушин А.Н., Дмитриев А.О., Халиулин Р.Р. Применение цифровых методов (пакета программ NX) для анализа нагрузок на детали ГТД	77
Пузанков Н.М. Информационная система сбора и оценки достижений одаренной молодежи России.....	80
Рузанов Н.В., Печенин В.А., Болотов М.А. Интеллектуальная система для автоматизации измерений геометрических параметров лопаток газотурбинного двигателя	84
Чигарина Е.И., Жаворонкова В.В. Исследование влияния эргономических характеристик автоматизированных систем на психологическое состояние пользователя	87

Интеллектуальные информационные системы

Алимурадов А.К., Чураков П.П. Функциональная реализация устройства голосового управления средствами технического назначения для людей с ограниченными возможностями.....	89
Веричев А.В., Федосеев В.А. Защита изображений цифровыми водяными знаками на триангуляционной сетке характеристических точек.....	92
Волков А.А., Палунина Ю.Ю., Бахарева Н.Ф. Алгоритм автоматизированного построения комплексной системы защиты информации	96
Гавлиевский С.Л. Совместное использование унаследованных и перспективных информационных технологий при построении телекоммуникационных сетей.....	99
Графкин В.В. Автоматизированная информационная система формирования процессов организации	103
Дерябкин В.П. Поиск решение методом распространения возбуждения в сети фреймов интеллектуальной компьютерной среды.....	105
Ефимов И.Н. Повышение точности идентификации пользователей дистанционного обучения	109
Загуменников А.Е. Автоматизация здания на базе технологии Z-Wave.....	112



Зиангирова Л.Ф. Использование экспертных систем в информационной подготовке педагогов профессионального обучения.....	115
Колесников И.В. Управление P2P трафиком с помощью системы Deep Packet Inspection.....	118
Кузьмичев А.Б. О подходе к автоматизации составления расписания в учебном заведении	121
Лёзин И.А., Маркелов Д.Е. Автоматизированная система классификация конструкторско-технологических элементов деталей с использованием баз знаний.....	125
Лёзина И.В., Яшин Н.Ю. идентификация законов распределения нейронной сетью Кохонена.....	128
Филатов А.Н., Микушкина С.М., Никашина И.В. Электронный технический документооборот конструкторской документации	132
Палунина Ю.Ю., Волков А.А., Бахарева Н.Ф. Автоматизация комплексного управления текущим состоянием защищенности предприятия.....	137
Петрухин И.О. Искусственный интеллект в дистанционной обучающей системе «3DCATION»	139
Радомский В.М. Принципы построения интеллектуальной информационной системы поддержки изобретательской деятельности.....	140

Информационные технологии в медицине

Абросимова О.В., Чураков П.П. Манжета с автоматическим запястным контуром для устройства неинвазивного измерения артериального давления	143
Алимурадов А.К., Тычков А.Ю., Чураков П.П., Квитка Ю.С., Ярославцева Д.А. Разработка верифицированной базы речевых сигналов для диагностики состояния органов дыхания.....	147
Есипов Б.А., Губанов Е.С., Боряев Е.А. Прогнозирование успешности ИФУ-терапии на основе регрессионного анализа	151
Запольская М.М. Разработка WEB-приложения «АРМ врача-флеболога» для обследования венозной системы человека	154
Колсанов А.В., Иващенко А.В., Чаплыгин С.С., Яремин Б.И., Назарян А.К., Мурушиди М.Ю., Буканов В.О. Применение перспективных информационных технологий в медицинском образовании на примере АПК «Виртуальный хирург»	156
Кузьмин А.В., Митрохина Н.Ю. Исследование алгоритмов определения параметров многодипольной модели сердца	160
Лукьянова Е.С. Медицинская информационная WEB-система для поддержки деятельности врачей-лимфологов.....	163
Минаев А.А. Мультиагентная система медицинской диагностики и обслуживания.....	164
Скользнев А.В. Методика и принцип исследования особенностей гетерогенных аппаратно-программных комплексов симуляционной медицины	166



Тычков А.Ю., Абросимова О.В. Разработка и моделирование терминала «Health Point»	169
Тычков А.Ю., Козинцев Е.О., Замулин В.С. Медицинская информационная система «Карта здоровья».....	171
Черепанов А.С. Моделирование распространения рентгеноконтрастного вещества по кровеносным сосудам	174

Информационные технологии высокопроизводительных вычислений

Артамонов Ю.С. Постановка задачи прогнозирования доступных вычислительных ресурсов в кластерных системах	178
Верхотуров М.А., Данилов К.В. Упаковка сложных трехмерных объектов в прямоугольный контейнер на базе дискретно-логического представления информации	180
Литвинов В.Г., Востокин С.В. Применение типовых решений для распараллеливания алгоритмов численного моделирования.....	184
Богданов М.Р., Захаров А.В., Горбунова В.Ю. Распознавание электрокардиограмм методом вейвлет-анализа	187
Ершов Р.А., Морозов О.А., Фидельман В.Р. Вычислительно-эффективный алгоритм оценки временной задержки широкополосных сигналов.....	191
Рыбаков Д.А. Принципы оптимизации производительности автоматизированных информационных систем	193
Шарипянова Д.Р., Двойнина О.В., Ульбеков А.Д., Кременецкая М.Е., Иващенко А.В. Построение единого информационного пространства предприятия с использованием технологий Big Data.....	197

Информационные технологии на транспорте

Герасимова В.Г., Салмин А.А. Повышение эффективности управления системой бортовой безопасности авиационной компании на основе алгоритмов интеллектуального анализа данных	200
Донскова О.Н. Превентивная диагностика механизмов периодического действия с использованием SVD – разложения	201
Захаров А.В., Богданов М.Р., Маликов Р.Ф. К теории преследования.....	205
Иващенко А.В., Пейсахович Д.Г. управление интерактивной диспетчеризацией в едином информационном пространстве посреднического транспортного оператора	209
Косолапов А.М., Павлов В.А., Кочетков А.Е. Системы и методы сбора и прогнозирования потребления электроэнергии на транспорте	212
Кудряшова Ю.В., Франтасов Д.Н. Повышение точности информационных систем расчета потерь электроэнергии	214
Кудряшова Ю.В., Долгинцев А.П. Шаблоны потокового процессного описания	215
Папиrowsкая Л.И., Ефимова Т.Б., Халдина А.В. Единый автоматизированный справочник информационных систем	218



Рамазанова Р.Р., Филиппова А.С., Картак В.М. Анализ практического использования одного алгоритма решения задачи транспортной логистики в информационной системе.....	221
Франтасов Д.Н. Информационно-измерительная система управления тяговыми подстанциями.....	225
Головнин О.К., Михеев С.В., Щербаков А.Д. Технология построения графа улично-дорожной сети в геоинформационной системе	227
Головнин О.К., Ключников В.А., Михеев С.В. Автоматизированная система паспортизации автомобильной дороги	230
Михеева Т.И., Михеев С.В., Михайлов Д.А., Габдрахимова Г.Р. Геоинформационный подход к решению задачи учета интенсивности транспортного потока.....	233
Михеева Т.И., Сидоров А.В., Головнин О.К. Информационная технология автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры на улично-дорожной сети	236
Михеева Т.И., Осьмушин А.А., Михеев С.В. Средства обмена информацией V2I в интеллектуальных транспортных системах для управления транспортными потоками в условиях присутствия критических ситуаций на улично-дорожной сети.....	241
Сапрыкин О.Н., Сапрыкина О.В. Построение математической модели транспортной инфраструктуры для решения задач модификации улично-дорожной сети.....	246
Федосеев А.А., Журавель Ю.Н. Методы обработки гиперспектральных данных дистанционного зондирования при решении задач мониторинга объектов транспортной инфраструктуры	248
Михеева Т.И., Головнин О.К., Сидоров А.В., Кузнецов Н.А. Плагин геоинформационной системы «ITSGIS» «Дислокация автомобильных заправочных станций».....	252
Михеева Т.И., Михайлов Д.А., Михеев С.В., Богданова И.Г. Прогнозирования интенсивности движения на автомобильных дорогах мегаполиса.....	254
Михеева Т.И., Богданова И.Г., Михеев С.В. Модели движения транспортных потоков.....	257
Сидоров А.В., Богданова И.Г., Федосеев А.А., Токарев А.С. Экспорт данных из ГИС «ITSGIS» в САПР «AUTOCAD»	264
Михеева Т.И., Головнин О.К. Паттерны поддержки принятия решений по дислокации технических средств организации дорожного движения	267
Михеева Т.И., Головнин О.К. Функциональные программные составляющие интеллектуальной транспортной системы.....	273
Михеева Т.И., Имамутдинов А.Н., Сидоров А.В. Автоматизированная информационная система «Дислокация объектов сети теплоснабжения на электронной карте города».....	276
Михеева Т.И., Кирясов Р.А., Осьмушин А.А. Дислокация объектов кабельной сети на электронной карте города	278



Губанов Н.Г., Мордухов М.А. имитационное моделирование транспортных потоков при реконструкции дорожной сети.....	281
Папшев В.А., Мордухов М.А., Вахрушев А.А. Имитационное моделирование транспортных потоков при реконструкции дорожной сети	284
Губанов Н.Г., Самсонов М.А. Построение имитационной модели схемы организации дорожного движения	287

Моделирование и анализ сложных систем

Андреева Я.П., Боркова С.Д., Здрюмова А.Д., Маликов Р.Ф. Моделирование пешеходной динамики	292
Ахполова Е.А., Орлов С.П. Моделирование процесса диагностики оптико-электронного преобразователя	294
Горбачев И.В., Цыганков Д.Э., Похилько А.Ф. Процедурная модель процесса проектирования составного технического объекта.....	296
Горячев Н.В., Трусов В.А., Юрков Н.К. Автоматизированный выбор системы охлаждения при теплофизическом проектировании радиоэлектронных средств	299
Джашитов В.Э., Панкратов В.М., Голиков А.В. Математическое моделирование тепловых процессов в блоках измерителей угловых скоростей с гироскопами и с системами терморегулирования на модулях Пельтье.....	303
Завершинский Д.И., Молевич Н.Е. Численное моделирование процесса генерации серии автоволновых импульсов в тепловыделяющей плазменной среде.....	308
Заболотнов Ю.М., Лобанков А.А. Аналитический метод расчета регулятора для колебательной системы с двумя степенями свободы	312
Завьялова Е.Г. Сравнение алгоритмов численного моделирования электромагнитного поля, основанных на решении волнового уравнения и уравнений максвелла.....	316
Зотеев В.Е., Попкова А.А. Применение метода разностных уравнений в задаче Оценки параметров аппроксимации остаточных напряжений в поверхностно упрочненном слое цилиндрического образца	318
Иванов Д.В., Донец Е.А. Рекуррентное оценивание билинейных ARX систем с помехой наблюдения во входном сигнале	321
Иванов Д.В., Фролова Л.Ю. Критерий для оценивания параметров авто-регрессии дробного порядка с помехой наблюдения.....	324
Иванов Д.В., Шакурова Ю.Ф. О состоятельности оценок параметров линейных динамических систем дробного порядка с ошибками в переменных	326
Ивко Д.Г., Поршин А.И., Бахарева Н.Ф., Тарасов В.Н. Программный комплекс мониторинга и управления сетью.....	329
Кателкин А.А. Нейронный регулятор давления на газораспределительном пункте.....	331
Кучеров А.С., Якищук А.А., Куренков В.И. Использование нечетких реляционных уравнений в задаче технической диагностики.....	336



Лапшин Э.В., Якимов А.Н., Юрков Н.К. Математическая модель движения летательного аппарата с учетом взлета и посадки на подвижный объект.....	339
Леднев А.М., Орлов С.П. Реализация метода управления проектными заданиями в сетевой структуре нефтяной компании на основе P2P взаимодействия.....	343
Любимов В.В., Осипов А.А. Моделирования вторичного резонанса при входе в атмосферу ассиметричного твердого тела	346
Маликов Р.Ф. Имитационные и анимационные модели полиграфических процессов в среде AnyLogic	350
Мясникова Е.А., Тюгашев А.А. Параметрический генератор управляющих программ реального времени.....	354
Орлов С.П., Биктимиркин Е.Ю., Тютнев А.А. Имитационная модель многопортовой памяти микропроцессоров	357
Пугачев А.И. Модель производства и распределения ресурсов	360
Ревунов М.С. Минимизация дисперсии веса бумаги с использованием кросскорреляционного метода измерения скорости	363
Симонова Е.В., Жилиев А.А., Иванов А.Б., Скобелев П.О., Майоров И.В. Мультиагентное планирование потоков данных в сети наноспутников и наземных станций.....	365
Султанов Т.Г. Разработка критерия качества сетевого обслуживания на основе измерений доступной пропускной способности	369
Халитова Т.Б., Маликов Р.Ф., Аккужин М.В. Моделирование сложных систем в среде MVSTUDIUM	373
Царёв А.А., Привалов А.Ю. Моделирование сетевого трафика в современных сетях связи	377
Юмашев В.Л. Модели взаимодействия риелторов с использованием методов кондиционального управления в многоакторной среде	380
Яблокова Л.В., Булдыгин Е.Ю., Головашкин Д.Л. Задание падающей волны по технологии TF/SF при согласованном разностном решении уравнений Даламбера и Максвелла.....	383
Якимов А.Н., Лапшин Э.В., Юрков Н.К. Дискретное представление – основа моделирования антенн сложной конфигурации	387
 Методика обучения и компьютерные обучающие программы	
Беликов В.А. Дополненная реальность в образовании	392
Буштрук Т.Н., Царыгин М.В., Буштрук А.А. Компьютерный обучающий комплекс для персонала предприятий вагонного хозяйства с мультимедийными базами данных.....	395
Ватутина М.Н., Лыгина Л.В., Попов Г.В. Информационные технологии моделирования образовательного процесса.....	399
Григорьев А.О., Зеленко Л.С. Разработка подсистемы администрирования виртуальной обучающей системы «3DUCATION».....	401



Джашитов В.Э., Панкратов В.М., Голиков А.В. Инновационные мультимедийные компьютерные технологии обучения точным наукам.....	403
Емелёва М.Д., Миниярова Л.В. Нетрадиционные формы организации контроля	407
Емелёва М.Д., Миниярова Л.В. Разработка дизайна WEB-страницы для начинающих в программе ADOBE PHOTOSHOP CS3	411
Емелёва М.Д., Миниярова Л.В. Разработка интерактивного приложения в среде FLASH	417
Лемешкина И.Г., Павлова Е.С., Приходькова И.В., Авдеюк О.А. Использование перспективных информационных технологий в обучении студентов факультета автомобильного транспорта	420
Заико А.И. Виртуальные учебно-исследовательские лабораторные работы по теории сигналов и цепей	422
Зеленко Л.С., Шумская Е.А. Программа для автоматизированного создания тестов в среде LMS MOODLE	425
Иванов В.С., Зеленко Л.С. Применение индивидуального графа обучения для адаптации процесса обучения в системе «3DUCATION»	427
Колесникова Т.В. Вариант мультиагентного моделирования при организации НИР студентов вуза.....	428
Конопелькин Д.А. Применение мобильных технологий при реализации клиента дистанционной обучающей системы «3DUCATION» для операционной системы Android.....	430
Кудрина М.А. Использование преобразования Хафа для обнаружения прямых линий и окружностей на изображении	432
Молчанова Е.С. Автоматизация процесса тестирования в учебном заведении	435
Пиявский С.А. Информационные технологии в формировании исследовательских компетенций молодежи	441
Пиявский С.А., Шаталов Р.Б. Информационно-аналитическая система ОДАРМОЛ. Помощь общеобразовательным организациям в поиске и развитии одаренных старших школьников	445
Семенов А.Е. Реализация Подсистемы генерации тестовых заданий дистанционной обучающей системы «3DUCATION»	449
Тагиров А.Э. Интерактивная геологическая карта как элемент компьютерной обучающей программы по дисциплине «Инженерная геология».....	450
Чигарина Е.И., Оплачко Д.С. Система рейтинговой оценки текущей успеваемости студентов СГАУ.....	452

Философия искусственного интеллекта и трансгуманизм

Барышников П.Н. Семантические пределы вычислительной теории сознания	455
Дёмин И.В. Трансгуманистический проект кибернетического бессмертия в контексте дискуссий о «природе человека»	458



Нестеров А.Ю. Искусственная интеллектуальность (AI) как вопрос философии.....	462
Нестеров А.Ю. Философия и математика: о работе Молодёжной секции Самарского отделения Научного совета по методологии искусственного интеллекта РАН.....	465
Никифоров О.Ю., Ястреб Н.А. Проект открытой информационной системы по философии на основе методологии истории идей.....	467
Чекалов Л.Л. Два вида принятия решений в биологических системах.....	469
Чубарь П.И. Новые медиа киберпространства.....	475



Перспективные информационные технологии (ПИТ 2013):
труды Международной научно-технической конференции

Advanced Information Technologies and Scientific Computing
(PIT 2013): Proceedings of the International Scientific Conference

Редакционная коллегия

Прохоров С.А. – главный редактор;
Иващенко А.В. – ответственный редактор;
Востокин С.В., Дерябкин В.П., Еленев Д.В., Заболотнов Ю.М.,
Куликовских И.М., Михеева Т.И., Нестеров А.Ю., Солдатова О.П.

Издательство Самарского научного центра РАН
Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 040910 от 10.08.98 г.

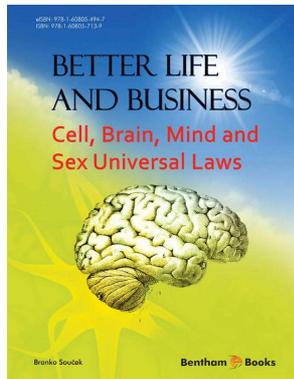
Подписано в печать 11.11.2013
Формат 60x84 1/8 Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 30,5
Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии АНО «Издательство СНЦ РАН»
443001, г. Самара, Студенческий переулок, 3а
тел.: 42-37-07



RECOMMENDED BOOK

Publication Year: 2013
eISBN: 978-1-60805-494-7



Dear Colleague,

I wish to introduce the new E-book entitled **Better Life and Business: Cell, Brain, Mind and Sex Universal Laws**.

This E-book will be extremely useful for researchers interested in neural networks, behavioral modeling and computer intelligence theory. I am confident that after reading the synopsis and content description given below, you will recommend this book to your colleagues, students and library. If you are interested in buying this book or its individual chapters please

Sincerely,
Branko Souček

BETTER LIFE AND BUSINESS:
CELL, BRAIN, MIND AND SEX UNIVERSAL LAWS

<http://www.benthamscience.com/ebooks/9781608054947/index.htm>

Better Life and Business: Cell, Brain, Mind and Sex Universal Laws is an e-book that defines the fascinating new discipline: BRAINLIFEBIZ . BRAINLIFEBIZ combines new discoveries in neurobiology, behavior and medicine with novel concepts related to conscious software programming, automation, system adaptation, module selection , self -organization and automatic discovery. In other words, BRAINLIFEBIZ is a science of the consciousness, bio quantum / random chaos computations, self-organized event trains and processes with several conditions (continuous and discrete; without leadership and central control etc.).

The goal of BRAINLIFEBIZ is to create a perfect computer model that simulates animal and human behavior in a computerized experimental setting. This volume presents simulations of the firefly, cricket, katydid, frog, bird and human pre-frontal cortex.

The book breaks across the lines that separate scientific disciplines. It explains the global nature of the specific intelligent systems outlined above. These intelligent systems features include learning, self- organization, fuzzy logic, high speed signal processing and process control. These features are employed to generate an intelligence map. The map presents figures and equations, curves and data for major 'Elementary Processes': aggression, mimicry, chaos , trains, pile up, attractions, courting, mating, emotion, reasoning and consciousness . 'Elementary Processes' are then simulated to interact with each other and form millions of complex processes explained by universal laws behind the cell, brain, mind, sex. These laws explain, in a new way, natural selection and reproductive success in the local and global society and business. These laws can be applied in a variety of situations - from everyday stress-free life, to intelligent business decision making, but with a solid biomedical and scientific foundation.



The theory behind intelligent systems can be viewed as a complement to the genetic DNA code. The brain generates various brain event trains which allow it to store information in dispersed neural networks (biologically speaking, in 25 billions of neurons some of which with thousands of synapses dispersed over the cortex). The book explains the fast, precise and clear neural diagnostic process as well as the extremely flexible powerful leader mind.

Better Life and Business: *Cell, Brain, Mind and Sex Universal Laws* is, therefore, a valuable reference for researchers to the fascinating world of natural and man-made intelligent systems and their applications in business situations and personal lives.

Contents

1. LIFE BIZ MANIFESTO: Cell, Brain, Mind; Anesthesia and Operation of the World
2. Better Life and Business Based on the Cell, Brain, Mind, Sex Laws: LIFE BIZ
3. Self-Organization of Understanding, Consciousness, Emotions and Knowledge: Cell, Brain, Mind, Sex, Life
4. The Genetic Intelligence Universe GENIUS+: Cell Internal Language Organization CILO; Origin of Life and Consciousness
5. The Genetic Intelligence Organization GENIO
6. The Genetic and Learned Brain and Mind Event Trains BET and Signs: BILO; COMET; SAVA; CON
7. The Brain and Mind Attractions: BRAMA; The Brain Internal Language Organization, BILO; The Consciousness
8. The Brain and Mind Tissue, TISS: Node, Group, Flock, Pool
9. The Brain Agents Universe
10. Quantum Mind-Evoked Potentials Link



Branko Soucek, Professor of the Computer and Brain Networks, at the Universities of Zagreb, New York and Arizona. Expert for the United Nation Agencies UNIDO, and IAEA. Researcher and consultant for the NASA, IBM, Siemens, Schering, Brookhaven National Laboratory, Institute Ruder Boskovic. Prof. Soucek has published 10 books with Wiley Inc., New York: mini and micro computers, neural networks, real time systems, genetic programming, object recognition, neurobiology, learning, mind. His books have been translated into the Croatian, Russian and Japanese languages in over 100.000 copies. Prof. Soucek biography is included in the: 1. "International Scientist of the Year for 2003", England; 2. "Who is Who in the World 2003", USA; 3. "Who is Who in Science and Engineering 2003", USA. His achievements include authoring and discovering the brain internal language organization bilo; the brain mind attractions brama; the brain event train bet; the brain mind tissue tiss; the brain mind self organization so; the computer mega associator